



506.44 25 357
5675 A. No.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE
DE PARIS

Séance du 9 janvier 1864.

- M. de Caligny expose un moyen de transformer des pompes rotative en moteurs hydrauliques.
M. de Luynes présente ses recherches sur la solidification du butylène.
M. Fischer développe ses observations sur diverses anomalies des tentacules oculifères chez les Gastéropodes.

Changements survenus dans la Société.

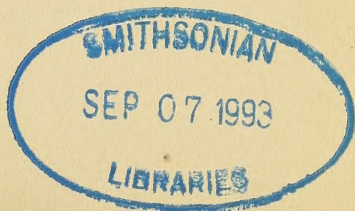
- M. Delesse est nommé président.
MM. A. Milne Edwards et Debray sont réélus vice-secretsaires.
M. Laboulaye est réélu trésorier.
M. Catalan est réélu archiviste.

La Commission des comptes pour l'année 1864 est composée de MM. Cloez, d'Almeida et Bert.

La Société reçoit la nouvelle de la mort de MM. de la Provostaye, membre, et Wilhelm Vrolik, correspondant.

Sur la solidification du butylène, par M. Victor de Lynes.

J'ai décrit antérieurement les principales propriétés du butylène, que je prépare au moyen de l'érythrite. Pour compléter



ces observations, j'ai étudié comment ce corps se comporte à de basses températures. Du butylène très-pur, renfermé dans un petit tube en verre scellé aux deux bouts, a été plongé dans un mélange d'acide carbonique solide et d'éther. Pendant un quart d'heure environ, le liquide n'a rien perdu de sa transparence et de sa fluidité. Au bout de ce temps, il s'est formé de petites coquilles blanches très-rares qui disparaissaient aussitôt que se retirait le tube du mélange réfrigérant. J'ai placé alors le tout sous le récipient de la machine pneumatique, et le liquide s'est presque entièrement congelé en une masse blanche confusément cristallisée, qui fondait rapidement lorsque le tube ne plongeait plus dans le mélange. J'ai répété l'expérience plusieurs fois. Le butylène peut donc prendre l'état solide à la température que produit, dans le vide, un mélange d'acide carbonique et d'éther.

*Sur les anomalies des tentacules et des tubercules oculifères
chez les Gastéropodes, par M. P. Fischer.*

A part l'étude d'un petit nombre de monstruosité assez vulgaires, telles que l'inversion du plan d'enroulement ou son élongation, la tératologie des Mollusques est encore peu avancée. Les auteurs se sont attachés à décrire de préférence les nombreuses anomalies de la coquille, qui n'ont qu'une importance assez restreinte, la coquille étant tout à fait comparable aux différentes formes du système cutané et de ses dépendances chez les Vertébrés.

Les faits que nous avons vus ou recueillis dans plusieurs ouvrages, et que nous allons rapporter ici, sont relatifs aux anomalies dans le nombre et la forme des tentacules des Gastéropodes, que ceux-ci portent l'œil à l'extrémité du tentacule (Stylommatophores), ou à sa base sur un tubercule distinct (Basiommatophores).

Les Stylommatophores comprennent presque tous les Pulmonés terrestres, les Basiommatophores, presque tous les Pulmonés aquatiques et les Prosobranches.

46
86784
6e ser.
t-1-2
864-
865
CNH2B

Dans la première classe nous mentionnerons les anomalies suivantes :

A. Soudure des deux grands tentacules.

Ce fait est très-rare ; il a été d'abord signalé par MM. Forbes et Hanley dans leur bel ouvrage sur les Mollusques d'Angleterre (t. IV, p. 288, 1855), d'après l'examen d'un *Limax agrestis* communiqué par M. Gibbs. Les deux tentacules supérieurs forment une large colonne, terminée par deux points oculaires, l'un à droite, l'autre à gauche. Les yeux ont leur volume ordinaire. Il est à regretter que la dissection n'ait pas été pratiquée, afin de savoir si le nerf tentaculaire était simple, et à quelle hauteur se séparaient les nerfs optiques.

Une autre observation du même genre est due à M. de l'Hôpital (Catal. des Moll. terr. et fluv. de Caen, 1859). Ce naturaliste a vu sur, un exemplaire du *Vitrina major*, un seul tentacule supérieur, médian, rétractile, plus long qu'à l'état normal, plus gros que les deux tentacules réunis et bioculé au sommet. Sous les téguments on reconnaissait les muscles rétracteurs tentaculaires isolés ainsi probablement que les nerfs, mais vers les globes oculaires tout semblait se fusionner.

B. Yeux supplémentaires.

D'après M. Moquin Tandon, un *Clausilia bidens*, observé par M. Sarrat Gineste, présentant un renflement à l'extrémité du tentacule gauche avec indice de deux lobes inégaux. Sur les lobes du renflement existaient deux yeux ; l'un normal au côté externe. (Moq. Tandon, *Hist. moll. fr.* T. I, p. 322).

M. de Saint-Simon a vu le tentacule gauche de l'*Helix Kermovani* bioculé. L'œil supplémentaire était un peu plus petit que normal.

Les anomalies des yeux et des tentacules chez les Gastéropodes basiommatophores doivent être beaucoup plus nombreux et surtout plus variées si nous en jugeons par les faits que nous avons pu réunir.

C. Tentacules bifides.

La bifidité ou la tendance à la division des tentacules est souvent observée chez les Linnéens. Dans ce cas les tubercules oculifères restent normaux.

M. Ch. des Moulins a décrit des *Limnea glutinosa* à tentacules fourchus au sommet, et a trouvé un *Planorbis contortus* dont le tentacule droit portait un rameau supplémentaire court et étroit.

M. Moquin-Tandon décrit l'animal d'un *Physa acuta* dont le tentacule gauche était bifide ; les deux branches avaient une égale longueur.

D. Tubercules oculifères supplémentaires, les tentacules étant normaux.

Nous avons trouvé cette curieuse disposition sur un individu.

Le tubercule oculifère était à gauche extrêmement développé, élargi au sommet et bituberculeux ; chacune de ses portions était pourvue d'un œil d'égale volume. A droite le tubercule oculifère était moins gros, non bilobé, mais portant toutefois deux yeux, l'interne de dimension normale, l'externe de moitié plus petit.

Les deux tentacules étaient moins développés que de coutume, et leur longueur ne dépassait pas celle des tubercules oculifères.

E. Tentacules et yeux supplémentaires.

Un exemplaire de cette monstruosité non encore décrite m'a été communiqué par M. Bert. Il s'agit d'un *Patella vulgata* pourvu de deux tentacules à gauche, de longueur presque égale. A leur base on remarque un renflement élargi qui représente le tubercule oculifère, et qui porte deux yeux de dimensions inégales. Les nerfs tentaculaires et optiques sont doubles.

A droite, conformation normale.

Nous pourrions enfin ajouter à cette liste les observations de Mollusques bicéphales ; mais elles nous paraissent généralement erronées, quoique leur réalité n'ait rien de bien surprenant, la duplicité des embryons n'étant pas rare chez les Mollusques.

Séance du 16 janvier.

M. de Luynes présente quelques résultats relatifs à l'action de l'acide iodhydrique sur la formation de l'érythrite.

MM. de Luynes et G. Salet entretiennent la Société de la réduction des composés organiques par l'acide iodhydrique.

Changements.

M. Delesse déclare se trouver dans l'impossibilité d'accepter les fonctions de président de la Société.

La Société nomme une commission chargée de lui faire un rapport sur le meilleur mode de publication de ses travaux.

La commission est composée de MM. Berthelot, Cloez, Laboulaye, Bert, Milne Edwards et Bour.

Séance du 23 janvier.

M. Moreau expose ses expériences sur la nature des produits de la vessie natatoire dans l'état et hors de l'état de santé.

M. Damour présente diverses observations sur la densité du zircon.

M. Des Cloizeaux donne quelques développements sur le pseudomorphisme.

Changements.

M. Desains est nommé président pour le premier semestre.

Sur un moyen simple de résoudre par expérience une question délicate de la théorie mécanique de la chaleur,
par M. A. de Caligny.

Les savants qui se sont occupés de cette théorie ne paraissent pas d'accord sur la manière dont on doit comprendre le

rôle de la chaleur dégagée pendant la compression de l'air. Il est du moins assez difficile de bien comprendre la véritable portée des expressions dont plusieurs d'entre eux se sont servis. M. de Caligny croit donc utile d'indiquer un moyen, d'ailleurs tout à fait élémentaire, de décider la question par des faits. Si les savants qui se sont plus spécialement occupés que lui de ces questions ne trouvent pas que cela soit nécessaire, ce genre de faits offrira du moins un intérêt analogue à celui des expériences qui rendent *sensible* des choses telles que la rotation de la Terre, dont personne ne doute. Ces faits auront d'ailleurs une utilité industrielle, comme on l'expliquera plus loin.

Si une colonne d'air est comprimée par une colonne liquide en mouvement, elle s'échauffe, comme on sait, d'autant plus que les vitesses de cette dernière sont plus grandes. Il s'agit de bien se rendre compte de la manière dont on doit apprécier les effets de la chaleur qui a le temps de se répandre dans les corps environnants. Doit-on admettre qu'il suffit que cette chaleur ait existé à la sortie du système pour être une cause de perte de travail mécanique dans l'effet industriel à produire, comme si cette chaleur était restée dans l'air comprimé, cet air ne devant par hypothèse être employé qu'après avoir été refroidi à une grande distance des compresseurs du tunnel des Alpes, ou dans les circonstances plus ou moins analogues ? Il est intéressant d'indiquer un moyen de résoudre la question au besoin avec des appareils de physique d'un assez petit diamètre.

Si le travail perdu est moindre, quand il y aura moins de chaleur dans la colonne d'air comprimé, parce qu'une partie de la chaleur se sera répandue au dehors et que l'air aura opposé moins de ressort, il sera avantageux, toutes choses égales d'ailleurs, quant à l'effet utile, de diminuer les vitesses de la colonne liquide comprimante. Si, au contraire, il fallait tenir compte de la quantité de chaleur répandue dans les corps environnants, quant à la perte de travail mécanique, absolument comme si cette chaleur était restée à l'intérieur de l'air comprimé, en augmentant son ressort il n'y aurait aucun avantage à diminuer les vitesses de cette colonne liquide comprimante, c'est ce qu'il s'agit d'examiner.

Dans ce que M. de Caligny a communiqué sur ce sujet à la Société, il n'a fait que montrer les conséquences résultant de la manière dont la question relative à la chaleur *dégagée* lui avait été exposée par des personnes qui se sont occupées plus que lui de la théorie de la chaleur et ne lui paraissent plus d'accord entre elles. Il n'a assumé sur lui aucune responsabilité, quant à l'exposition du principe, et, maintenant, il donne un moyen de trancher la question.

Il suffit, pour bien comprendre ce moyen, de se souvenir que, dans un mémoire couronné par l'Académie des sciences de Paris, il a établi que si l'on fait osciller une colonne liquide dans un tuyau de conduite, recourbé verticalement à l'une de ses extrémités, l'autre débouchant dans un réservoir, il est avantageux, dans des limites très-étendues, d'augmenter la longueur de la partie du tuyau toujours pleine de liquide. L'augmentation des parties latérales frottantes est plus que compensée par la diminution des carrés des vitesses du liquide; les causes des résistances *locales* telles que les coudes n'étant point proportionnelles à cette longueur. Cela n'est plus vrai quand les vitesses sont diminuées au delà de certaines limites; de sorte qu'il en résulte qu'on peut choisir deux longueurs extrêmement différentes pour lesquelles la somme totale du travail en résistances passives est la même.

On peut démontrer que si une chambre de compression est convenablement disposée à l'extrémité d'aval de chacun de ces tuyaux de conduite, on pourra s'arranger de manière que si les résistances passives sont plus grandes dans un cas que dans l'autre, cela dépendra uniquement des effets calorifiques; quand même on serait obligé au besoin de modifier un peu les rapports de ces longueurs, etc., pour tenir compte de quelques effets secondaires à étudier par le tâtonnement.

On conçoit d'ailleurs qu'il n'est pas absolument indispensable, pour étudier la question d'une manière utile, d'adopter rigoureusement les deux limites de longueur dont on vient de parler, il sera dans tous les cas intéressant pour l'étude de la question de mécanique industrielle de savoir dans quelles limites il pourra être utile d'augmenter la longueur du tuyau de con-

duite, quand même on n'aurait pas autant à se préoccuper des questions relatives à la chaleur.

Sur un moyen de transformer des pompes rotatives en moteurs hydrauliques, par M. A. de Caligny.

Dans la séance du 28 décembre dernier, M. de Caligny a communiqué un moyen de transformer d'anciennes pompes rotatives, aspirantes et élévatoires, en moteurs hydrauliques, en changeant le sens du mouvement de l'eau. Il remarque aujourd'hui que si le tuyau aspirant est convenablement évasé à sa partie inférieure, l'avantage qui en résultera, si ce tuyau est assez court, sera parfaitement analogue à une augmentation de la partie de la chute motrice qui serait occupée par un tuyau d'aspiration non évasé.

Il signale l'utilité que peuvent avoir des évasements semblables à l'extrémité inférieure des tuyaux ou siphons dans lesquels l'eau motrice agit par aspiration. Tel est, par exemple, le cas de la turbine Jonval. Si ce genre d'effets est bien connu, il offre ici un intérêt particulier, en montrant comment la force vive d'une veine liquide se transformera, on ne peut plus directement, en une véritable augmentation de chute motrice, pourvu que la hauteur du tuyau d'aspiration ne soit pas trop près de la hauteur d'une colonne d'eau faisant équilibre à la pression atmosphérique.

Séance du 30 janvier.

M. Milne Edwards expose ses observations sur le groupe des Chevrotains.

M. Bour présente, au nom de M. Cailletet, des recherches sur la perméabilité de l'acier à une haute température.

Nomination.

M. Wolf est nommé membre titulaire de la Société, en remplacement de M. Verdet, qui prend le titre de membre honoraire.

La liste était : 1^{re} ligne..... MM. Wolf.
— 2^e — *ex æquo* } Jansen.
Mascart.

Séance du 6 février.

M. Mascart développe ses recherches sur le spectre solaire ultra-violet.

M. Transon présente des remarques sur les principes de la Mécanique et sur l'enseignement de cette science.

Cette communication donne lieu à une discussion à laquelle prennent part MM. de la Gournerie et Foucault.

Séance du 13 février.

M. A. Gaudry décrit plusieurs animaux fossiles intermédiaires entre les espèces vivantes.

M. de Luynes communique quelques nouveaux résultats sur l'iodhydrate de butylène.

M. Catalan résume son mémoire publié par l'Académie royale de Belgique, en réponse à cette question : Trouver les lignes de courbure du lieu des points dont la somme des distances à deux droites qui se coupent est constante.

M. Bour présente des remarques critiques sur un travail relatif au frein de Prony, présenté récemment à l'Académie des sciences.

Séance du 20 février.

M. Picard expose le théorème suivant : Sur une surface ^{gauche} quelconque, il existe généralement, outre les génératrices rectilignes, un système de lignes géodésiques telles que la courbure le long de chacune de ces lignes soit une fonction de la forme $\frac{-K^2}{(1+K^2x^2)^2}$, K étant une

quantité constante pour une même ligne et x désignant la longueur de cette ligne à partir d'un point fixe. En outre, on peut rendre rectiligne par une déformation de la surface le système des lignes géodésiques.

Séance du 27 février.

M. Catalan présente un travail fait pour répondre à cette question proposée par l'Académie des sciences : Perfectionner, en quelque point important, la théorie des polyèdres.

Cette communication donne lieu à une discussion à laquelle prennent part MM. Bour, de la Gournerie et Transon.

Rapport de la commission de publication des travaux de la Société.

Notes pour servir à l'histoire de l'asphyxie, par M. Paul Bert.

1. *Résistance à l'asphyxie des animaux à sang chaud nouveau-nés.* — La lenteur avec laquelle survient la mort des Mammifères nouveau-nés, quand on les immerge dans l'eau est vulgairement connue depuis les recherches de R. Boyle (1670), de Buffon, de Legallois, etc... Ces expérimentateurs ont constaté que cette résistance à l'asphyxie persiste pendant les jours qui suivent la naissance, mais va en diminuant jusqu'à une époque qui n'a pas été nettement déterminée et qui, bien évidemment, varie pour chaque espèce.

La plupart des auteurs classiques s'accordent à faire coïncider cette époque avec l'oblitération des orifices (trou de Botal, canal artériel) qui font chez le fœtus communiquer directement les cavités droites avec les cavités gauches du cœur, sans que le liquide nourricier soit obligé de passer par la circulation pulmonaire. On conçoit en effet que cette voie toujours ouverte, permettant au sang de cheminer librement alors que la respiration est suspendue et le poumon gorgé, puisse aider à la prolongation de la vie.

Je ne veux pas dans cette simple note insister sur les objec-

tions presque sans réplique qu'on aurait pu opposer à cette manière de voir. Il vaut mieux en physiologie expérimenter que discuter. J'ai donc appelé à mon aide l'investigation directe ; et je me suis proposé de chercher : 1° si, chez certains animaux, la résistance à l'asphyxie avait encore lieu après l'oblitération des orifices fœtaux ; 2° si en sens inverse, chez certains autres, les nouveau-nés dont les orifices vasculaires seraient encore perméables au sang ne présenteraient pas une résistance moindre que les adultes.

1^{re} question. — Une double précaution est prise dans toutes les expériences qui vont être rappelées : l'eau où les animaux sont immergés est tiède (20 à 30° C.), et les animaux y sont entièrement libres, sans aucune compression, et maintenus seulement par un diaphragme qui les empêche de remonter à la surface.

Voici les résultats fournis par de jeunes Rats albinos

N° 1	agé de	12 à 15 heures	fait un dernier mouvement à	30 ^m
N° 2	—	3 jours	—	20 ^m
N° 3	—	id.	—	27 ^m
N° 4	—	6 jours	—	15 ^m
N° 5	—	7 —	—	12 ^m
N° 6	—	10 —	—	11 ^m 30 ^s
N° 7	—	13 —	—	7 ^m 20 ^s
N° 8	—	20 —	—	1 ^m 35 ^s

1^m 35^s est le temps au bout duquel meurent en moyenne les Rats adultes immergés.

Or, à partir du n° 5 (inclusivement), l'examen nécroscopique fait avec le soin le plus minutieux montre que le trou de Botal comme le canal artériel sont complètement oblitérés. Cependant la résistance à l'asphyxie est évidente pendant plusieurs jours encore. Il n'y a donc aucun rapport entre cette résistance et la perméabilité des communications fœtales.

2^e question. — La réponse m'a été fournie par de jeunes Poulets nouvellement éclos. En effet, tandis qu'un Poulet voisin de l'âge adulte se noie en trois ou quatre minutes et quelquefois un peu plus, j'ai vu les jeunes éclos depuis 24 heures,

ou même sortant de la coquille, mourir dans l'eau tiède en 4^m 20^s ou en 4^m 25^s. Bien plus, en brisant l'œuf avec précaution quelques jours avant l'éclosion, il m'a été facile de constater que le fœtus qui était déjà tout recouvert de plumes succombait à peu près aussi vite qu'après l'éclosion. Et il est bien évident que dans toutes ces circonstances, canal artériel comme trou de Botal étaient entièrement ouverts.

Mais il ne faudrait pas croire que tous les jeunes Oiseaux présentent la même exception à la règle établie pour les Mammifères. Si, au lieu d'expérimenter sur des Gallinacés, dont les jeunes mangent eux-mêmes et courent à peine éclos, on s'adresse à ces Oiseaux dont les petits sont nus pendant plusieurs jours après l'éclosion, et incapables de pourvoir à leurs besoins (Passereaux, etc.), on retrouve la résistance signalée depuis si longtemps chez les Chiens, Lapins, etc.

En effet, de jeunes Moineaux (*Passer domesticus*) n'ayant pas encore de plumes, ont mis à se noyer de 7^m à 7^m 40^s; des Mésanges à tête noire (*Purus major*, L.) dont les plumes commencent à sortir, sont mortes en 2^m 20^s à 2^m 45^s, et des Hironnelles de cheminée (*Hirundo rustica*, L.) dont les plus longues rémiges avaient déjà 5 cent. ont résisté de 4^m 30^s à 4^m 50^s. Or, les parents de ces jeunes Oiseaux meurent en un temps qui varie de 30^s à 50^s.

Il y a donc une différence considérable au point de vue de l'asphyxie entre les jeunes appartenant à ces deux grandes divisions de la classe des Oiseaux établies par Ch. Bonaparte, les *Altrices* et les *Nutrices*. Quelque chose d'analogue, mais de beaucoup moins accentué, avait été signalé par W. Edwards entre les Mammifères qui viennent au monde les yeux fermés, incapables de marcher (Chiens, Chats, Lapins), et ceux qui naissent les yeux ouverts, dans un état de développement beaucoup plus avancé (Cochons d'Inde, Chevreaux, etc.) En résumé, les faits rapportés ci-dessus démontrent de la manière la plus évidente que la résistance à l'asphyxie présentée par la plupart des animaux nouveau-nés n'est, en aucune façon, liée à la persistance du trou interauriculaire et du canal interartériel.

2. Différences présentées par l'asphyxie dans l'acide carbo-

nique, dans l'azote, etc. (Jeunes Mammifères.) — Mon intention n'est pas d'aborder la difficile question de savoir comment agit l'acide carbonique dans l'asphyxie; je veux seulement indiquer un fait qui n'a pas été, je crois, signalé jusqu'ici.

On sait que les Grenouilles meurent beaucoup plus vite dans l'acide carbonique que dans l'azote ou l'hydrogène; mais on n'avait pas, à ma connaissance du moins, tenté de répéter l'expérience sur les Mammifères, à cause de la trop grande rapidité de leur mort dans un milieu non oxygéné. Mais la longue résistance des nouveau-nés à l'asphyxie m'a conduit à expérimenter sur eux, et voici quels résultats j'ai obtenus :

1^{re} EXPÉRIENCE. Rats albinos de quatre ou cinq jours, pesant 6 à 7 gr. L'expérience est disposée comme il suit : le gaz étant renfermé dans une cloche de 120° sur le mercure, l'animal est passé rapidement à travers le métal, et introduit dans la cloche; un large bouchon est immédiatement ajouté de la même façon, de manière à éviter au jeune Rat le contact refroidissant du liquide; puis le tout est porté sur un poêle où est entretenue une température d'environ 20°.

N° 1. Hydrogène préparé par Zn et SO³,HO. L'animal fait des mouvements d'inspiration pendant 23^m.

N° 2. Azote préparé par le phosphore à chaud et à froid. L'animal se débat pendant 4^m environ, puis tombe sur le flanc, et fait des mouvements d'inspiration pendant 16^m. Retiré, puis ouvert, on voit battre le cœur au contact de l'air.

N° 3. CO² bien pur. L'animal tombe bientôt sur le flanc, et ne fait plus aucune inspiration au bout d'une ou deux minutes. Retiré à 20^m, le cœur ne bat plus à l'air.

N° 3'. CO² id. L'animal s'agite pendant 4^m environ, puis tombe et ne fait plus aucune inspiration. Retiré à 10^m, le cœur ne bat plus à l'air.

2^e EXPÉRIENCE. Rats du même âge à peu près que les précédents (sans poils encore, yeux fermés; pesant 6^{gr},5).

N° 1. Azote préparé par le phosphore à chaud, et laissé sur l'eau en présence du phosphore à froid pendant quatre jours.

— L'animal se débat pendant une minute environ, puis exécute des mouvements inspiratoires pendant 22^m. Retiré à 25^m, le cœur exposé à l'air bat encore et répond aux excitants.

N° 2. Noyé dans eau de 25 à 30°. S'agite pendant 4^m 30^s, fait des mouvements inspiratoires jusqu'à 31^m. Retiré à 35^m : les oreillettes battent encore.

N° 3. CO² bien pur. Agitation 4^m; mouvements inspiratoires 2^m à 3^m. Retiré à 7^m. Le cœur ne bat plus.

3^e EXPÉRIENCE. Rats un peu plus âgés que ceux de la 1^{re} et de la 2^e expérience (6 à 7 gr., commençant à avoir du poil, yeux fermés).

N° 1. Azote pur. Agitation 4^m. Fait trois ou quatre inspirations, reste immobile 3 ou 4^m, puis inspire à 6^m 30^s, 9^m, 12^m, 13^m, 13^m 30^s, 14^m 30^s, 15^m. Retiré alors, il inspire encore : réchauffé, frictionné, il revient à la vie.

N° 2. CO² pur. Agitation 4^m. Fait 8 ou 10 inspirations de moins en moins fortes jusqu'à 6^m où a lieu la dernière. Retiré à 10^m, déjà froid, le cœur exposé à l'air ne bat plus.

4^e EXPÉRIENCE. Rats frères des Rats de la seconde, faite 7 jours après celle-ci (poils déjà longs, yeux fermés, pesant 13^{gr}).

N° 1. Azote préparé comme le précédent, et depuis huit jours au contact du phosphore sur l'eau. Agitation 30^s. Mouvements d'inspiration réguliers. L'animal, retiré à 7^m 30^s, réchauffé, revient à la vie.

N° 2. CO² bien pur. Agitation 30^s; à partir d'une minute, fait de nombreuses et petites inspirations dont la dernière a lieu à 3^m 40^s.

Ces courtes indications sont très-suffisantes pour faire voir que, malgré quelques différences de détail dont la raison ne m'est pas encore bien connue, la mort dans l'acide carbonique est infiniment plus rapide que dans l'eau ou dans l'hydrogène et l'azote. Voici donc vérifié pour les Mammifères ce qui avait été constaté pour les Batraciens. Je me contente d'indiquer ce fait, sans vouloir encore en tirer des conséquences théoriques.

Remarques sur un ouvrage de M. Félix Lucas, ingénieur des ponts et chaussées, intitulé : Études analytiques sur la théorie générale des courbes planes, par M. Bour.

Dans cet ouvrage, l'auteur s'est proposé de traiter, par les méthodes classiques, la plupart des questions de la géométrie moderne qui se rapportent à la théorie des courbes algébriques.

Il suffit d'être élève de mathématiques spéciales pour lire avec intérêt ce livre qui débute par les théories ordinaires des centres, des diamètres, des points singuliers, des diverses espèces de branches infinies, etc., et qui fait ensuite passer le lecteur, sans effort, des parties qui lui sont le plus familières à celles de l'ordre le plus élevé.

La théorie des transversales (livre IV) est basée sur la remarque suivante : Soit $f(x,y) = 0$ l'équation d'une courbe algébrique; si l'on substitue dans la fonction $f(x,y)$, à la place de x et de y , les coordonnées α, β , d'un point quelconque du plan, le résultat de la substitution, $f(\alpha, \beta)$, est proportionnel au produit des distances du point (α, β) aux points où la courbe est coupée par une transversale quelconque issue de ce point. Pour chaque transversale, le rapport de ce produit à $f(\alpha, \beta)$ dépend de la direction de la droite, mais il est indépendant de la position du point sur cette droite.

Cette méthode très-simple d'exposition des théorèmes de Carnot, de Newton, de Pascal, etc., est due, je pense, à M. Moutard.

Le livre V contient les théories des divisions homographiques et de l'involution. Le livre VI est consacré à la génération anharmonique des courbes de tous les degrés.

Le problème qui consiste à construire par ce moyen une courbe p donnée par $\frac{p(p+3)}{2}$ points est résolu analytiquement dans toute sa généralité. L'auteur arrive à la conclusion suivante :

La courbe de degré p peut toujours être construite anharmoni-

niquement au moyen de pivotantes des degrés 1 et $(p-1)$, ou 2 et $(p-2)$, mais la construction générale, au moyen de pivotantes des degrés n et $(p-n)$, quand ces degrés sont l'un et l'autre supérieurs à 2, présente une complication qui paraît la priver d'intérêt.

La partie qui m'a paru présenter le plus d'originalité est le livre VII dans lequel, par l'emploi de coordonnées symboliques imaginaires, M. Lucas ramène, pour ainsi dire, à se trouver en ligne droite (au point de vue analytique) des points distribués sur un plan d'une manière quelconque.

Au moyen des coordonnées x et y d'un point, formons la quantité $z = x + y\sqrt{-1}$. Cette quantité suffit à faire connaître la position du point, et celui-ci, se trouvant ainsi déterminé par une coordonnée unique, se comporte analytiquement comme s'il était sur une droite donnée.

Comme application de cet artifice ingénieux, je citerai seulement le paragraphe où la méthode de transformation par rayons vecteurs réciproques se présente comme l'analogue, en coordonnées symboliques, de la transformation homographique ordinaire.

Enfin un appendice contient la classification des courbes du 3^e degré, les équations simplifiées des diverses familles, et l'énumération des propriétés particulières à chaque genre.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE DE PARIS



Séance du 5 mars 1864.

M. A. Milne Edwards donne des détails sur les ossements fossiles et les silex taillés trouvés dans les grottes de la partie centrale de la France.

M. Desains lit une notice sur la vie et les travaux de M. de la Provostaye.

Changements survenus dans la Société.

M. Fischer est élu membre titulaire.

MM. de la Gournerie, Berthelot, Milne Edwards, sont désignés comme représentants chacune des trois sections pour être adjoints au bureau et constituer la commission du Bulletin.

Notice sur la vie et les travaux de M. Hervé de la Provostaye, par M. Ed. Desains.

Frédéric Hervé de la Provostaye, inspecteur général de l'enseignement secondaire pour les sciences, officier de la Légion d'honneur, est né à Redon, Ille-et-Vilaine, le 15 février 1812. Il fit ses premières études au collège de cette ville et ensuite eut pour maîtres MM. de Lamennais dans leurs maisons de Saint-Meen et de la Chesnaie. Plus tard, il

vint à Paris, fut surveillant à l'École normale en 1835 et s'y disposa au concours de l'agrégation des sciences, dont il subit les épreuves en septembre 1836 et dans lequel il fut classé le premier. Alors il fut chargé d'une division de physique et chimie au lycée Louis-le-Grand et put remplir cette fonction tout en conservant ce qu'il avait à l'école. Doué d'une intelligence vive et d'une activité prodigieuse, il trouva encore le temps de commencer ses études cristallographiques et de préparer pour sa thèse de chimie un travail devenu classique sur la combinaison directe des acides sulfureux et hypoazotique sous l'influence de l'acide sulfurique anhydre ou monohydraté. Reçu docteur, il concourut et fut admis à l'agrégation des Facultés, puis nommé le 9 octobre 1840 à celle de Reims qui venait d'être créée. Il employa cette année aux dispositions qui devaient précéder l'ouverture des cours, à l'organisation du cabinet de physique en même temps qu'à d'importants travaux sur la détermination des formes cristallines d'un grand nombre de corps différents. En septembre 1841, il devint agrégé divisionnaire au lycée Louis-le-Grand; mais déjà la cruelle maladie à laquelle il succomba faisait sentir ses atteintes; d'abondants crachements de sang le forcèrent à demander quatre mois de congé pour aller passer l'hiver à Rome. A son retour, il retrouva à Paris M. Paul Desains avec lequel il s'était lié d'amitié à l'École normale, et ils entreprirent ensemble cette longue série de recherches qui lui a assuré un rang si distingué parmi les savants de notre époque.

L'analogie de l'éthyl avec l'alcool avait été établie par les travaux de MM. Dumas et Péligot; ils la confirmèrent par la découverte et l'analyse d'un composé de sulfure de carbone, de potasse et d'éther cétylique tout semblable au xanthate de Zeise.

Ils reprirent la détermination de la chaleur latente de fusion de la glace et montrèrent qu'il fallait corriger le nombre 75 adopté alors et le remplacer par 79,25.

Ensuite ils dirigèrent plus spécialement leurs études sur la chaleur rayonnante. Lorsqu'un rayon de chaleur rencontre un corps, une portion pénètre, une autre est renvoyée soit dans une direction unique en faisant l'angle de réflexion égal à l'angle d'incidence lorsque le corps est doué d'un beau poli, soit dans toutes les directions lorsqu'il est mat. Dans le premier cas, on dit que la chaleur est réfléchie régulièrement; dans le second, qu'elle est diffusée; et l'on appelle pouvoirs réflecteur ou diffusif les rapports entre les quantités renvoyées et incidentes. Les valeurs des pouvoirs réflecteurs étaient si mal déterminées avant leurs travaux que l'on regardait comme égal à 0,44 celui du laiton qu'ils trouvèrent être 0,93. Les lois de ces pouvoirs étaient inconnues. Ils montrèrent que le pouvoir réflecteur des métaux varie peu avec l'incidence tandis que celui du verre croît beaucoup avec elle; que le pouvoir réflecteur change avec la nature de la chaleur; qu'il est, dans tous les cas étudiés, plus grand pour celle qui vient des sources à

basses températures, c'est-à-dire pour la moins réfrangible; que la température du corps poli n'influe pas sur son pouvoir réflecteur au moins dans le cas du platine.

Les lois de la diffusion furent découvertes par eux lorsque le rayon incident est perpendiculaire à la surface diffusante; les quantités renvoyées dans les diverses directions mesurées, additionnées, et leur somme comparée à la quantité incidente pour obtenir le pouvoir diffusif.

La chaleur qui n'est pas renvoyée pénètre dans le corps, qui l'absorbe tout entière, pour s'échauffer, s'il est opaque. Le rapport entre la chaleur absorbée et la chaleur incidente est le pouvoir absorbant; il est l'unité pour le noir de fumée. Il s'obtient pour les divers corps athermanes en retranchant de l'unité leur pouvoir réflecteur ou diffusif. La difficulté de mesurer ce dernier les a conduits à chercher et à trouver pour déterminer les pouvoirs absorbants des corps mats une nouvelle méthode. Un même corps, revêtu successivement de deux substances différentes, est exposé dans les deux cas à un même rayonnement, et absorbe, quand il est arrivé à une température stationnaire, des quantités de chaleur égales à celles qu'il perd dans le même temps; on écrit que ces quantités sont proportionnelles aux vitesses de refroidissement qu'il aura lorsque la source de chaleur étant supprimée, il se retrouvera dans le milieu environnant aux températures auxquelles il a été porté sous l'influence de la source. Compléments à l'unité des pouvoirs réflecteurs, il est clair que les pouvoirs absorbants varient en sens inverse; que dans le cas des corps réfléchissant régulièrement, ils sont plus grands pour les rayons les plus réfrangibles, par conséquent, pour ceux qui proviennent des sources les plus chaudes. Mais pour les corps dénués de réflexion régulière, les pouvoirs absorbants ne changent plus de la même manière avec la réfrangibilité des rayons; celui du blanc de plomb diminue quand celle-ci augmente, et l'on peut concevoir des substances douées à la fois de pouvoirs réflecteur et diffusif où les variations du pouvoir absorbant seraient compliquées par leur double influence.

On croyait que le sel gemme laissait passer une fraction égale de toutes les espèces de chaleur, et que la chaleur transmise, ajoutée à la chaleur réfléchie sur les deux faces, égalait la chaleur incidente; que, par suite, l'absorption était nulle; d'où suivait que ce corps ne devait s'échauffer sous l'influence d'aucun rayonnement. Ils firent voir que la chaleur transmise était un peu moindre que Melloni ne l'avait pensé; qu'elle n'était pas absolument la même pour une même quantité incidente, quelle qu'en fût l'origine; que la chaleur absorbée n'était pas nulle, et que, par suite, le sel exposé à un rayonnement calorifique pouvait s'échauffer, quoique avec lenteur.

Dans la communication de la chaleur à distance, il faut s'occuper, d'une part, de celle qui tombe sur les corps, est renvoyée, absorbée ou transmise; et, d'autre part, de celle qui est émise ou rayonnée directe-

ment. Sa quantité dépend de la température, de l'état de la surface, de la direction de l'émission. On appelle pouvoir émissif le rapport entre la chaleur émise par un corps dans une direction et celle qu'il émettrait dans la même direction s'il était couvert de noir de fumée, toutes les autres conditions restant les mêmes. On savait que les pouvoirs émissifs étaient différents pour les différentes matières ; on ne connaissait pas bien leurs valeurs ; on regardait comme égaux des pouvoirs quintuples l'un de l'autre ; ils les déterminèrent pour la première fois avec exactitude. Ils montrèrent, comme Dulong et Petit l'avaient déjà fait, que la quantité de chaleur émise à une température t peut se représenter par une expression de la forme Ma^t jusque vers 200° ; mais, de plus, que le rapport des quantités émises à même température par un même corps revêtu successivement de substances différentes varie avec la température, surtout quand elle devient très élevée, point fondamental dans la théorie de la chaleur rayonnante et sur lequel Dulong même s'était trompé.

Quant à l'influence de la direction, on savait que la chaleur émise par l'unité de surface est, dans le cas du noir de fumée, proportionnelle au cosinus de l'angle que la direction de l'émission fait avec la normale, et l'on avait à tort étendu cette loi aux autres corps ; ils firent voir que cette extension était fautive ; alors ils purent établir expérimentalement l'égalité des pouvoirs émissif et absorbant d'une même substance pour la même espèce de chaleur et la même direction, fait que les géomètres admettaient et qui était incompatible avec les notions erronées que l'on avait introduites dans la science. Le pouvoir absorbant d'un corps variant avec la température de la source ne pouvait pas, en effet, être toujours égal au pouvoir émissif si celui-ci ne variait pas avec la température du corps émettant qui est ici la source de chaleur ; le pouvoir absorbant du verre diminuant quand l'inclinaison du rayon absorbé augmente ne peut égaler le pouvoir émissif que si ce dernier diminue suivant la même loi, et il ne diminuerait pas si les quantités de chaleur émises par le verre et le noir de fumée variaient de la même manière avec l'inclinaison.

Ils firent voir aussi que les chaleurs émises par deux corps différents à même température n'étaient pas de même espèce ; qu'elles étaient transmises en proportions différentes par une même lame transparente.

Toutes ces recherches leur permirent alors de résoudre par le calcul les problèmes des échanges de chaleur entre une enceinte sphérique à température constante et un thermomètre placé à son centre ; ou entre un thermomètre et une source placés l'un et l'autre dans une enceinte à température constante.

Ils s'occupèrent aussi du refroidissement d'un thermomètre dans une enceinte pleine d'air et constatèrent que la célèbre formule de Dulong et Petit ne peut pas être considérée comme l'expression d'une loi générale.

rale. Si elle représente assez bien, dans une grande enceinte, la vitesse de refroidissement d'un thermomètre ayant un grand pouvoir émissif, elle se refuse absolument à représenter celle d'un thermomètre argenté, surtout quand la pression est faible; ils ont même rencontré des cas où la vitesse, tout autre chose égale d'ailleurs, restait stationnaire ou croissait pendant que la pression diminuait, ce qui est en contradiction avec la formule.

On avait remarqué que la chaleur rayonnante était analogue à la lumière; qu'elle se réfléchissait aussi en faisant l'angle de réflexion égal à l'angle d'incidence, était déviée par un prisme, se concentrait au foyer d'une lentille, pouvait se polariser; qu'enfin il y avait diverses espèces de chaleur différemment réfrangibles et inégalement transmissibles à travers un même corps transparent. MM. de la Provostaye et P. Desains entreprirent de suivre ces analogies dans les cas où elles n'avaient pas été étudiées et d'établir, par des comparaisons numériques, que chaque fois qu'une formule représente un phénomène lumineux, la même formule représente un phénomène calorifique identique. Ils firent voir qu'un rayon de chaleur polarisé qui traverse un spath d'Islande est dédoublé en deux rayons, dont les intensités sont déterminées par la loi de Malus; que la chaleur polarisée se réfléchit sur le verre d'après les formules optiques de Fresnel; sur les métaux, d'après celles de Cauchy, dont M. Jamin avait constaté expérimentalement l'application à la lumière; ils calculèrent la transmission et la réflexion par une pile de glaces d'un rayon lumineux polarisé et trouvèrent que les résultats du calcul étaient vérifiés numériquement par la chaleur; que le sirop de sucre et l'essence de térébenthine déviaient le plan de polarisation d'un faisceau calorifique; que la grandeur de la deviation était la même que pour un faisceau lumineux de même réfrangibilité; que le plan de polarisation de la chaleur tournait aussi sous l'influence du magnétisme; et enfin que des corps différents, chauffés au point d'être lumineux, mais à même température, émettaient des quantités de lumière très-différentes, et qu'ainsi ils étaient doués de pouvoirs émissifs divers, aussi bien pour la lumière que pour la chaleur.

Arago avait vu que la lumière émise par le platine incandescent était polarisée partiellement dans un plan perpendiculaire à celui de l'émission; ils firent voir que la même chose a lieu pour la chaleur; mesurèrent le degré de polarisation pour des incidences différentes et en le comparant avec celui de la chaleur réfléchie dans la même direction, ils établirent que dans une enceinte de platine incandescent la chaleur qui chemine d'élément à élément, et qui est formée de deux parties, l'une émise et l'autre réfléchie, contient des quantités égales polarisées à angle droit, et, par suite, est naturelle. Par là, ils firent disparaître une grave difficulté théorique puisque, d'après la remarque de Poisson, l'équilibre de chaleur serait impossible si les rayons étaient polarisés.

Ces analogies de la chaleur rayonnante et de la lumière, vérifiées

jusque dans les détails numériques les plus précis, conduisent à penser qu'un corps excite dans l'éther des vibrations, qui s'y propagent toutes avec la même vitesse quand ce fluide n'est point enfermé dans une autre substance, mais qui diffèrent les uns des autres ; par leurs durées, ou, ce qui revient au même, par leurs longueurs d'onde, c'est-à-dire par les chemins qu'elles parcourent pendant ces durées. Ces vibrations d'espèces différentes peuvent toutes produire sur nos organes la sensation de chaleur quand elles sont assez intenses ; mais parmi elles, celles-là seules nous procurent la sensation de lumière qui ont des longueurs d'onde comprises entre des limites déterminées, environ 650 et 300 millièmes de millimètre. Quant à l'intensité, elle dépend de plusieurs causes, et en particulier de la température du corps chaud et de son pouvoir émissif pour l'espèce de rayons que l'on considère ; enfin, les degrés d'intensité auxquels une même radiation fait naître l'impression de lumière ou celle de chaleur ne sont pas nécessairement les mêmes. L'acoustique présente des faits semblables : un corps sonore, une cloche, produit dans l'air des sons simultanés de hauteurs différentes qui se propagent avec la même vitesse, et chacun n'est perçu qu'à la condition d'avoir une intensité suffisante.

Plusieurs questions d'optique furent examinées en même temps que les précédentes par MM. de la Provostaye et Paul Desains ; ils étudièrent la polarisation de la lumière émise par les corps incandescents ; celle de la lumière diffusée sur les corps mats ou pulvérulents, et même sur les corps polis quand ils ne le sont pas assez pour annuler tout à fait la diffusion. Ils reprirent la mesure des anneaux colorés. La théorie de Fresnel s'accordait avec les déterminations de Newton jusqu'aux incidences d'environ 60° ; pour les angles supérieurs, il y avait désaccord. Des expériences, faites avec tous les moyens de précision dont ils purent disposer, montrèrent qu'il fallait corriger les nombres de Newton et que la théorie était toujours vraie.

M. de la Provostaye fut reçu, en 1842, à la Société philomathique, qu'il intéressa bien souvent depuis par l'exposition de ses travaux.

En 1844, il fut nommé professeur au lycée Bonaparte ; mais une nouvelle crise de son mal le força à quitter l'enseignement dans lequel il avait de brillants succès, et il devint inspecteur de l'Académie de Paris, le 9 novembre 1847, puis inspecteur général de l'enseignement secondaire le 9 mars 1852. Dans ces fonctions si délicates, il sut toujours allier la plus grande bienveillance avec la justice et la fermeté. On désirait être inspecté par lui ; les efforts que chacun faisait pour le bien étaient toujours discernés et encouragés ; et maintenant, partout où il a passé, on parle des souvenirs que ses tournées ont laissés.

Depuis plusieurs années, il n'osait plus rester l'hiver à Paris : il allait dans le midi, surtout à Cannes. Aussitôt que ses occupations ou ses souffrances lui laissaient du loisir, il reprenait ses études favorites ; ainsi, il découvrait l'isomorphisme des bitartrates des oxydes de thallium, de po-

tassium, d'ammonium, et contribuait à l'établissement de la formule Ti^2O du nouvel oxyde, et par conséquent à la détermination de l'équivalent du métal. Il publiait en 1858 un mémoire sur la théorie du galvanomètre, où les différentes questions relatives à cet instrument compliqué sont traitées par l'analyse; où plusieurs lois que l'expérience fait connaître sont démontrées rationnellement, par exemple, la proportionnalité entre les déviations maxima qui se produisent pendant les oscillations et les déviations stationnaires qui leur succèdent, et encore l'égalité des temps au bout desquels sont atteints les maxima successifs, quelle que soit l'intensité de la source; où enfin se trouve calculée la relation entre les déviations et les intensités. En 1863, il faisait paraître ses considérations sur la chaleur rayonnante. De ce fait, que l'on admet généralement comme étant ou pouvant être observé, à savoir que dans une enceinte dont la surface a tous ses points à même température, et qui est préservée de toute déperdition extérieure, l'équilibre de chaleur s'établit et persiste indéfiniment, Fourier et Poisson avaient essayé de déduire l'égalité des pouvoirs absorbant et émissif d'un même corps par des raisonnements laissant à désirer et qui soulevèrent entre eux une importante discussion scientifique. M. de la Provostaye reprit la même question et, en évitant toutes les objections, fit voir que pourvu que cette égalité ait été démontrée expérimentalement pour un seul corps, on peut du cas d'équilibre précédent conclure qu'elle est vraie pour tous; il en déduisit aussi que la chaleur qui chemine dans l'enceinte est non-seulement naturelle mais de même qualité que si celle-ci était couverte de noir de fumée; il montra encore que l'émission d'une source de température t peut être représentée par une somme d'exponentielles telles que Ma^t , a étant le même pour toutes les substances, mais changeant avec la longueur d'onde du rayon émis; M variant d'un corps à un autre proportionnellement à son pouvoir émissif pour l'espèce de chaleur rayonnée. Il expliqua ainsi pourquoi le rapport entre les pouvoirs émissifs de deux corps change avec la température, surtout quand elle devient très-élevée; pour qu'il ne changeât pas, il faudrait que les deux corps n'émissent qu'une seule espèce de rayons, afin que les expressions de leurs rayonnements fussent réduites à un seul terme contenant une même exponentielle multipliée par des coefficients différents. Cette circonstance se présente à peu près pour les sources à températures basses, comprises par exemple entre 0 et 200°; les rayons à grande longueur d'onde y sont très-dominants.

D'Alger même, où il passa les deux derniers mois de sa vie, où il était venu en vain chercher dans la douceur du climat un adoucissement à sa maladie, il envoya à l'Académie des sciences, sur les considérations précédentes, un nouveau travail qui fut présenté le 21 décembre, huit jours avant sa mort.

Il ne se faisait pas d'illusions sur son mal; il était phthisique, il le savait; il voyait sa fin approcher avec peine, mais en même temps avec

ne peuvent avoir plus de neuf points en commun avec un même plan sans que celui-ci ne contienne toute une branche de leur intersection. Il est donc permis d'affirmer que les sections des deux surfaces par le plan tangent, ou bien se confondent entièrement, ou bien ont toute une branche en commun. Mais il est aisé de voir que cette dernière circonstance ne peut pas se présenter en général, car il faudrait pour cela que chacune des deux sections se décomposât en une conique et une droite passant par le point de contact, et la droite aurait alors, avec la surface primitivement considérée, un contact du 4^e ordre, ce qui ne peut avoir lieu sur une surface non réglée qu'en des points isolés (1).

» L'intersection complète des deux surfaces du 3^e ordre renferme, outre cette courbe plane, une courbe gauche du 6^e ordre dont trois branches passent au point de contact, et par laquelle il est toujours possible de mener une surface du 2^e ordre simplement osculatrice à la proposée. Réciproquement, une surface du 3^e ordre étant donnée, toute autre surface contenant les courbes d'intersection de la proposée avec un plan tangent et une surface quelconque simplement osculatrice à la première au même point, aura avec elle un contact du 4^e ordre.

» Le cas où le point considéré sur la surface donnée est un point quelconque de sa ligne d'ondulation, c'est-à-dire, lorsque l'on peut mener par ce point une droite ayant avec la surface, un contact du 3^e ordre et non du 4^e, donne lieu à une remarque qui ne paraît pas sans intérêt. Dans ce cas, en effet, il n'existe plus de surface du 3^e ordre ayant, avec la proposée, un contact du 4^e ordre dans le sens ordinaire du mot; mais si, pour supprimer toute distinction relative à la nature du point commun à deux surfaces, on définit l'ordre de leur contact, d'après le théorème rappelé ci-dessus,

(1) Cette remarque, d'ailleurs évidente directement, peut se rattacher à une interprétation géométrique de l'équation aux différences partielles des surfaces gauches. Cette équation exprime, en effet, qu'en chaque point de la surface, une des asymptotes de l'indicatrice a avec la surface un contact d'un ordre supérieur au second.

par le nombre, diminué d'une unité, des branches réelles ou imaginaires de leur intersection qui passent en ce point, on pourra dire que les surfaces du 3^e ordre continuent à exister dans ce cas ; le point de contact est alors, sur ces surfaces du 3^e ordre, un point où les tangentes se distribuent dans deux plans différents, dont l'un est le plan tangent à la surface donnée, mais dont l'autre peut avoir une direction entièrement arbitraire. Le théorème général subsiste d'ailleurs, attendu que toutes ces surfaces coupent le plan tangent suivant la droite surosculante, et lui sont tangentes tout le long de l'autre asymptote de l'indicatrice.

» Le théorème ne cesse d'avoir lieu que pour les points où les deux asymptotes de l'indicatrice surosculent toutes deux la surface, et pour ceux où l'une d'elles a, avec la surface, un contact d'un ordre supérieur au 3^e. Pour ces points, il se produit une circonstance remarquable : la surface du 3^e ordre, assujettie à avoir avec la proposée un contact du 4^e ordre, laquelle ne dépend en général que de quatre indéterminées, dépend alors de cinq indéterminées. »

Séance du 25 Février 1865.

PRÉSIDENCE DE M. DE LA GOURNERIE.

M. Moreau expose ses recherches relativement à l'influence de la section du grand sympathique sur la composition de l'air de la vessie natatoire.

M. du Moncel fait une communication sur les électro-aimants à fil nu, pour modifier les résultats qu'il a signalés dans une précédente communication sur le même sujet.

M. de Caligny apprend à la Société qu'un appareil hydraulique, dont on contestait la possibilité de la marche, fonctionne actuellement d'une façon régulière.

M. Bert rend compte de quelques expériences qu'il a faites sur le venin des Scorpions.

La Société se forme en comité secret pour entendre le rapport de M. A. Gris, sur la candidature de M. Le Jolis.

Mammifères, la tête du fémur seule est couverte d'un revêtement cartilagineux, chez les Oiseaux le cartilage s'étend sur toute la moitié supérieure du col du fémur et même sur la face interne du trochanter. Il n'y a pas chez eux de bourrelet cotyloïdien s'étendant sur la tête fémorale pour l'embrasser plus étroitement; le bord de la cavité cotyloïde est revêtu de cartilage, et ce cartilage se réfléchit de manière à constituer une nouvelle surface articulaire. Ce rebord articulaire de la cavité cotyloïde est fait pour s'appliquer au col du fémur et au trochanter, mais le contact n'a lieu que dans des moments déterminés. Il se produit lorsque le fémur s'écarte du tronc, ou bien, lorsque, le membre étant immobile et appliqué au sol, le tronc s'incline du côté du membre. Dans ce dernier cas, il est facile de concevoir l'importance de la disposition sur laquelle nous insistons, puisque, grâce à cette inclinaison du tronc, l'Oiseau change facilement son centre de gravité et peut conserver l'équilibre dans la station sur une seule patte.

Une particularité qui distingue la tête du fémur d'un Oiseau, c'est que l'insertion du ligament rond se fait dans la moitié supérieure de la sphère et non dans sa moitié inférieure comme chez les Mammifères.

Le bassin des Oiseaux est remarquable par sa grande étendue et par la longueur du levier qu'il forme en arrière du fémur. Ce levier, qui donne attache à des masses musculaires dirigées soit vers le fémur, soit vers les os de la jambe, sert de contre-poids à la partie antérieure du corps; dans les mouvements de la jambe, il est nécessairement soumis à des oscillations, en sorte que la disposition des muscles de la jambe influe directement sur la démarche et sur la physionomie de l'Oiseau.

Lorsque le corps se penche sur le côté, dans la station, sur une seule patte, les masses musculaires dont nous venons de parler, forment comme une vaste coupe qui lui offre un large point d'appui.

L'extrémité inférieure du fémur est remarquable, non-seulement par l'étendue des condyles, mais encore par celle de la poulie qui les surmonte en avant et sur laquelle glisse la rotule. Cette poulie forme une gouttière profonde creusée entre deux lèvres saillantes, dont l'externe, limitée par un bord presque tranchant, n'entre en contact avec la rotule que par la face

correspondante, au lieu que la lèvre interne est un rapport avec la rotule, non-seulement par sa face externe, mais par son bord qui est mousse et arrondi. La rotule, qui se recourbe en quelque sorte sur cette lèvre interne, lui oppose une facette concave, tandis qu'elle n'oppose qu'une facette plane à la lèvre externe. L'intervalle qui sépare ces deux facettes à la face postérieure de la rotule n'est lisse et articulaire que dans sa moitié inférieure; la moitié supérieure est couverte de fibres musculaires.

Le volume de la rotule est loin d'être en proportion avec la profondeur de la gouttière. Celle-ci est principalement remplie par une sorte de rotule adipeuse, masse cellulo-graisseuse analogue à ces amas péricapsulaires désignés chez l'Homme sous le nom de glandes Havas. Cette masse adipeuse est appliquée à la face profonde du ligament rotulien dans la plus grande étendue de celui-ci.

Le ligament rotulien pourrait être, à son tour, considéré comme une autre rotule, qui serait fibro-cartilagineuse. Ce n'est plus un simple ligament. Il est flexible, moins résistant, comme un ressort.

La rotule osseuse ne présente pas, à proprement parler, de ligaments latéraux; mais la rotule fibro-cartilagineuse est maintenue en dedans et en dehors par des expansions aponévrotiques.

La rotule osseuse est aussi maintenue par le tendon du muscle accessoire du fléchisseur perforé qui pénètre au côté interne du genou par un orifice situé immédiatement au-dessous d'elle dans une gaine qui s'applique à la face antérieure du ligament rotulien, en sorte que, lorsque ce tendon est fortement tiré, il fixe la rotule contre le ligament.

Il existe une cavité synoviale particulière pour la poulie rotulienne, la rotule osseuse et la rotule grasseuse. Une membrane transparente établit une séparation complète entre cette cavité et celle de l'articulation tibio-fémorale.

Le condyle interne du fémur, qui n'offre qu'une seule surface articulaire, ne roule sur le condyle interne du tibia que par l'intermédiaire du fibro-cartilage interarticulaire interne, lequel est presque circulaire, et dont la perforation centrale ne semble exister que pour donner passage au ligament croisé interne.

Ce ligament, qui s'attache à la partie postérieure du condyle et glisse d'abord sous le fibro-cartilage, remplit tout cet orifice, en sorte que le condyle interne du fémur n'est jamais directement en contact avec celui du tibia, dont la forme donnerait difficilement une idée du jeu de l'articulation.

Les ligaments croisés sont complètement isolés l'un de l'autre. L'externe se porte directement du creux intercondylien à l'épine du tibia.

Le condyle externe du fémur, qui a deux surfaces articulaires, une convexe pour le tibia et l'autre concave pour le péroné, est séparé du tibia par un fibro-cartilage interarticulaire qui décrit une ellipse complète allongée d'avant en arrière. Une bride fibreuse relie la partie postérieure et interne de ce fibro-cartilage au creux intercondylien; en dedans et en avant il s'attache à l'épine du tibia et se continue avec la partie antérieure du fibro-cartilage interarticulaire interne; en dehors et en avant, il s'attache à la tête du péroné; sur le reste de son contour, il n'est retenu que par la capsule articulaire.

Ce fibro-cartilage est appliqué au condyle externe du tibia, dont la forme est très-remarquable; car ce condyle, très-oblique à l'axe de la jambe, présente une double direction. Dans une partie de son étendue, il regarde en dehors, et, dans une autre partie, en dehors et en arrière. Le condyle fémoral ne saurait trouver un point d'appui sur cette partie du tibia, qui lui présente un plan incliné sur lequel il ne peut que glisser. Mais il est soutenu par le péroné avec lequel il s'articule en dehors.

La tête du péroné, qui atteint en hauteur le niveau de l'épine du tibia, offre une facette articulaire allongée, mais convexe, plus étroite en avant qu'en arrière, où elle se prolonge sur la face interne. Elle est reçue dans une facette concave du fémur limitée par deux lèvres à peu près égales en avant, mais très-inégales en arrière, où la lèvre interne descend beaucoup plus bas et forme à elle seule toute la face interne du condyle.

Dans l'extension les parties antérieures de ces deux surfaces sont seules en contact, et la facette convexe du péroné, reçue dans la facette concave du fémur, lui offre un point d'appui solide. Dans la flexion, les parties postérieures sont seules en contact et le condyle, qui ne cherche plus le même point d'appui,

est fixé dans un espace triangulaire qui sépare le tibia du péroné.

Ce qui se passe dans le moment qui sépare ces deux positions extrêmes mérite d'être étudié. M. Strauss Durckheim (*Théologie de la nature*, t. I, p. 333), a signalé avec raison le mouvement exécuté par le péroné dans ce phénomène curieux de mécanique animale.

En effet, chez les Oiseaux, la flexion de la jambe sur la cuisse est toujours accompagnée d'une rotation de la jambe de dehors en dedans, rotation qui porte un peu en avant sa face externe, un peu en arrière sa face interne, et qui coïncide avec un mouvement oblique par lequel la totalité de ce segment du membre abdominal vient se placer en dehors de la cuisse. Cette rotation, conséquence nécessaire de la disposition des surfaces articulaires, a pour pivot le condyle interne du fémur.

Le condyle externe enfonce peu à peu, comme un coin, son prolongement postérieur entre le tibia et le péroné, qui s'écarte comme une valve en cédant à la pression; le mouvement continuant, la rotation du condyle fémoral augmente encore cet écart; mais à mesure que celui-ci s'applique à la partie postérieure du condyle tibial taillée d'avance pour permettre à la rotation de s'achever, il presse de moins en moins sur la tête du péroné qui revient d'elle-même à sa première position.

Le péroné adhère au tibia par son bord antérieur à l'aide d'un tissu fibreux élastique formant une sorte de charnière. Il est, en outre, réuni à cet os par un ligament nacré qui s'attache en avant de l'épine du tibia, glisse sur la partie la plus antérieure du condyle et se termine à la partie antérieure de la tête péronéale; par un second ligament formé de tissus élastiques, attaché comme le précédent à l'épine du tibia, mais qui va gagner le tiers postérieur de la tête du péroné; enfin par quelques fibres interosseuses.

Le bord postérieur de la tête du péroné reste toujours écarté du tibia, et ne lui est uni que par la capsule articulaire, remarquable par son épaisseur, et servant en partie à l'insertion du fléchisseur perforé, qui devient un muscle tenseur de la capsule.

Tous ces ligaments résistent d'abord à l'écartement de la tête du péroné et concourent ensuite à le ramener dans sa première position.

Le ligament latéral externe de l'articulation du genou se comporte d'une manière tout à fait remarquable. Dans l'extension, il se trouve placé au-devant d'une saillie arrondie de la tête péronéale ; pendant le mouvement de flexion, il est obligé de franchir cette saillie devenue encore plus forte par l'écart de la tête du péroné ; et lorsque la flexion est complète, il se trouve placé derrière la saillie. Le contraire a lieu en passant de la flexion à l'extension.

De toutes ces dispositions résulte une résistance tantôt à la flexion, tantôt à l'extension. Elles permettent à l'Oiseau de maintenir sans effort et sans fatigue son corps à demi soulevé pendant un temps considérable ; or, l'Oiseau est un animal coureur, et il ne doit pas peser lourdement sur les œufs ou sur les petits qui viennent d'éclore.

Ces faits nous expliquent pourquoi le faisceau musculaire qui correspond à la longue portion du biceps des Mammifères, et qui est chez ces derniers rotateur de la jambe en dehors en même temps que fléchisseur, offre chez les Oiseaux une disposition spéciale.

Son tendon terminal s'engage au niveau du jarret dans une anse fibreuse qui lui sert de poulie de réflexion, et va s'insérer à la partie moyenne du péroné, plutôt en dedans qu'en dehors. Par là son rôle se trouve en quelque sorte changé ; puisqu'il devient un des agents de la rotation de la jambe en dedans. L'accessoire du fléchisseur perforé, en s'enroulant autour du genou, concourt aussi à cette rotation.

L'extrémité inférieure du tibia, si semblable à celle du fémur, présente comme celle-ci deux condyles et une gouttière qui les surmonte.

L'axe de la gouttière s'incline en dehors, tandis que celui de l'espace intercondylien s'incline en dedans. Le condyle interne est plus saillant que l'externe. Il est aussi moins déprimé.

L'extrémité supérieure du tarse, qui offre l'image très-rapprochée d'une extrémité supérieure de tibia, présente deux surfaces concaves séparées par un mamelon arrondi comparable à l'épine du tibia. Un ligament, remarquable par son élasticité, réunit le sommet de ce mamelon à la partie moyenne de l'espace intercondylien.

On ne peut s'empêcher d'y voir l'analogie d'un ligament croisé. Un autre ligament s'attache à la partie la plus antérieure

de l'espace intercondylien, se porte au devant du mamelon, et se bifurque : sa division la plus externe se pose à plat sur la facette articulaire externe, et s'étend en arc de cercle jusqu'au delà de la ligne médiane, derrière le mamelon ; la division la plus interne s'applique de même à l'autre facette, mais ne dépasse pas la moitié de l'étendue de celle-ci.

La disposition de ces deux ligaments, qui représentent le fibro-cartilage interarticulaire de l'articulation du genou, est en rapport non-seulement avec le roulement des condyles inférieurs du tibia dans la flexion et l'extension, mais encore avec un mouvement de rotation sur son axe que le tarse exécute en passant de l'une à l'autre de ces deux positions. En se fléchissant, il tourne légèrement de dedans en dehors, de manière à produire un commencement de supination par laquelle les deux pattes ont tendance à se placer en regard l'une de l'autre.

Cette rotation est due principalement à ce que le condyle interne, plus arrondi et plus saillant, rejette le mamelon sur le condyle externe qui est plus déprimé. Cette rotation explique la longueur des ligaments latéraux, et principalement du ligament latéral interne dont l'insertion inférieure se fait très-loin sur le tarse.

Par suite de l'étendue des condyles inférieurs du tibia, l'extrémité supérieure du tarse décrit, en passant de l'extension à la flexion, un arc de cercle considérable. Il en résulte que les tendons fléchisseurs des doigts, appliqués à sa face postérieure, sont fortement tirés, et comme ils ne se trouvent plus assez longs pour permettre aux doigts de rester étendus, ceux-ci se fléchissent d'eux-mêmes sans intervention d'aucune contraction musculaire. Comme pour augmenter cet effet, les tendons du fléchisseur propre du pouce et celui du fléchisseur profond des trois autres doigts offrent, au niveau de l'articulation tibio-tarsienne des renflements fibro-cartilagineux, sortes de rotules qui contribuent encore à augmenter l'écartement des tendons fléchisseurs superficiels. Ces dispositions suffiraient pour expliquer la flexion nécessaire des doigts autour de la branche dans l'action de percher. Mais la nature prévoyante ne s'est pas bornée là. Parmi les autres moyens qu'elle a mis en œuvre, il est nécessaire de compter l'accessoire du fléchisseur perforé dont l'importance a certainement été exagérée, mais qui n'en joue pas moins un rôle réel dans le phénomène qui nous occupe.

Il est facile de prouver que la présence de ce muscle n'est pas absolument nécessaire pour la flexion des doigts; car la cuisse étant retenue au bassin par toutes ses attaches, on peut la fléchir complètement sur la jambe sans amener la flexion des doigts, tant que le tarse reste étendu.

Au contraire, la cuisse restant étendue, la flexion seule du tarse est suffisante pour amener la flexion des doigts. Si l'on détache la cuisse du bassin, et que l'accessoire reste libre et flottant, par conséquent sans action, la flexion du tarse n'en amène pas moins la flexion des doigts.

Mais si l'accessoire n'est pas absolument nécessaire pour cette flexion, il n'en faut pas moins admettre qu'il y contribue pour sa part. Il est évident, par exemple, que, dans la flexion de la cuisse, la tête fémorale du fléchisseur perforé qui est alors relâchée, se trouve suppléée par l'accessoire.

On a remarqué l'absence de ce muscle chez des Oiseaux qui ne perchent pas, tels que les Grèbes, les Guillemots; mais il existe chez l'Autruche, qui certainement ne perche jamais. C'est que l'action des fléchisseurs n'est pas seulement relative à la flexion des doigts; elle s'exerce avec non moins de puissance dans la marche. Ce sont les fléchisseurs qui appliquent les doigts au sol, qui repoussent le sol pour déterminer la progression, et il est facile de comprendre qu'ils existent dans toute leur complication chez un Oiseau célèbre par la rapidité de sa course.

Séance du 2 avril 1864.

M. Mannheim indique la construction d'une droite qui représente la loi des variations des plans tangents à une surface gauche le long d'une génératrice, il donne ensuite des constructions qui servent à déterminer, pour une génératrice donnée, le point central et le paramètre de distribution des plans tangents, lorsqu'on donne trois points de cette génératrice et les plans tangents en ces points.

M. de la Gournerie fait une communication sur les lignes d'ombre d'une surface gauche dont deux génératrices infiniment voisines sont

dans un même plan, dans le cas où le point lumineux est situé dans ce plan. Il donne des détails sur les courbures de la surface le long de la génératrice singulière et sur une hyperbole lieu des centres de courbure des secondes sections principales.

M. de Luynes expose ses recherches sur les matières colorantes de l'orseille.

Sur les surfaces gauches ; par M. Mannheim.

Voici les principaux résultats de cette communication :

Par une génératrice d'une surface gauche, on mène un plan quelconque. D'un point A de cette génératrice, on élève, à cette droite et dans ce plan, une perpendiculaire. On porte, sur cette perpendiculaire, une longueur A A' égale à $\frac{OA}{\tan A}$. O est un point fixe de la génératrice ; A est l'angle que le plan tangent en A à la surface gauche fait avec le plan tangent en O.

Cette construction étant répétée pour tous les points de la génératrice, le lieu des points tels que A' est une droite.

Cette droite, qui s'obtient au moyen de trois points de la génératrice et des plans tangents en ces points, permet de construire très-facilement l'angle que le plan tangent en un point quelconque fait avec le plan tangent en O. Projurons O en C' sur cette droite et C' en C sur la génératrice : C' est le point central et CC' est le paramètre de distribution.

De la considération de cette droite ou des propriétés connues du point central, on déduit très-facilement le théorème suivant : *L'angle sous lequel on voit, du point C', un segment quelconque de la génératrice, est égal à l'angle que font entre eux les plans tangents en chacune des extrémités de ce segment.*

De là, une construction du point C' et du point central, au moyen de segments capables, connaissant trois points et les plans tangents en ces points.

Au moyen de ce théorème, on trouve facilement ce qui est re-

latif au paramètre de distribution des plans tangents, dans le cas des génératrices singulières.

Sur les génératrices singulières des surfaces gauches,
par M. de la Gournerie.

Lorsqu'une surface gauche est touchée par un même plan en tous les points d'une génératrice, les centres de courbure des sections faites par des plans perpendiculaires à cette droite forment une hyperbole dont une asymptote est perpendiculaire à la génératrice.

Cette asymptote passe par le point de la génératrice qui appartient à l'intersection de la surface par le plan tangent.

Quand la génératrice singulière est parallèle à la génératrice voisine, elle est la seconde asymptote de l'hyperbole, et le rayon de courbure de la section située à l'infini est nul. Si, de plus, le plan central de la génératrice singulière est perpendiculaire au plan tangent le long de cette ligne, l'hyperbole se réduit à une droite parallèle à la génératrice, et les rayons de courbure des sections sont égaux.

Quand la surface peut être osculée par un conoïde, l'hyperbole se change en une parabole ; quand elle peut être osculée par une développable, le point d'osculution du plan tangent se confond avec celui où la génératrice singulière est rencontrée par la génératrice voisine.

Lorsque la surface est éclairée par un point lumineux placé dans le plan tangent le long de la génératrice singulière, la ligne d'ombre traverse cette droite en un point où le plan est osculateur.

Lorsque le point lumineux est sur la génératrice singulière elle-même, le point où cette droite rencontre la génératrice voisine et le point de la courbe d'ombre sont conjugués harmoniques du point lumineux et du point d'osculution de la surface avec son plan tangent.

Sur les matières colorantes dérivées de l'orcine ;
par M. V. de Luynes.

L'orcine, au contact de l'ammoniaque gazeuse ou liquide et de l'air, donne, soit à froid, soit à chaud, une matière colorante présentant toutes les propriétés de l'orcéine. Cette orcéine teint la laine en présence des alcalis et donne des nuances violettes résistant mieux aux acides faibles que l'orseille ordinaire ; en présence des acides, elle donne des nuances rouges qui n'ont ni l'éclat ni la fraîcheur de l'orseille ordinaire.

L'orcéine se réduit dans les mêmes circonstances que l'indigo, soit avec le mélange de sulfate de fer et de chaux, soit au contact du glucose et de la potasse alcoolique. Les alcalis la font virer au violet, les acides au rouge vineux.

Lorsque la coloration de l'orcéine a lieu sous l'influence de l'air, de l'ammoniaque et d'une base comme la chaux, ou d'un carbonate alcalin, on obtient une matière violette qui devient presque bleue et qui vire au rouge pelure d'oignon par les acides.

Cette matière s'obtient également en remplaçant la chaux par d'autres bases. C'est avec le carbonate de soude que la coloration bleue est le plus prononcée : l'oxyde de zinc réussit bien. Dans tous les cas, la base ou le carbonate doivent être employés en très-grand excès.

La couleur bleue obtenue présente toutes les propriétés du tournesol. Elle teint la laine, surtout en présence des acides, et donne des nuances semblables à celles fournies par l'orseille ordinaire. Il est utile d'opérer à une température de 40° à 50° pour activer la transformation de l'orcine.

M. de Luynes ajoute qu'il a extrait de l'orseille du commerce une matière colorante analogue à celle qu'il a obtenue en traitant l'orcine par l'acide azotique. Ce résultat, si l'analyse confirme cette identité, n'a rien d'étonnant, si l'on pense que la pâte qui produit l'orseille est une sorte de nitrière artificielle.

Après avoir défini les différentes circonstances de production de ces matières, M. de Luynes annonce qu'il s'occupe de leur purification pour les soumettre à l'analyse.

Séance du 9 avril.

M. Arthur Gris communique ses recherches sur la germination de la Belle-de-Nuit (*Mirabilis longiflora*).

M. Fischer communique un fait de parasitisme d'un petit groupe de Mollusques gastéropodes (*Stylifer*, *Styliferina*, *Eulina*) sur des Échinodermes.

M. Giraldès expose ce qui est actuellement connu sur les propriétés de la Fève de Calabar (*Physostigma venenosum*).

Sur la germination de la Belle-de-Nuit (Mirabilis longiflora);
par M. Arthur Gris.

On sait que l'embryon du *Mirabilis* est recourbé sur lui-même, c'est-à-dire que ses deux cotylédons, appliqués l'un sur l'autre, sont réfléchis de manière à former un arc de cercle avec l'axe de la jeune plante. Cet embryon courbe enveloppe un albumen farineux abondant.

Jetons d'abord un coup d'œil sur la structure anatomique des parties essentielles de la graine *avant la germination*, c'est-à-dire de l'albumen, du cotylédon, de la petite tige.

Si l'on place sur le porte-objet du microscope une portion de cet albumen, on ne voit au premier abord qu'un nuage épais de très-petites granulations dont le diamètre semble varier de 0^{mm},0012 à 0^{mm},0025 et qui bleussent sous l'influence des réactifs iodés. Cependant on ne tarde pas à distinguer çà et là quelques masses amylacées compactes, granuleuses, extrêmement volumineuses dont la forme rappelle celle des cellules mêmes de l'albumen et dont le grand axe peut atteindre 12, 15 et même 17 centièmes de millimètre. Ces formations ne constituent pas des *grains composés*, mais de simples agrégats dont j'ai exposé ailleurs le mode de développement, les véritables grains composés ayant une existence éphémère qui se termine avant que la graine ait atteint l'âge adulte.

Si l'on fait une coupe transversale de la petite tige environ vers sa partie moyenne, on y remarque une large zone corti-

cale, une zone moyenne proportionnellement très-étroite et une petite moelle centrale. La zone corticale paraît alors formée de cellules à contour subpolygonal laissant entre elles de petits méats intercellulaires et qui, sur la coupe longitudinale, sont disposées en séries parallèles de manière à mettre en évidence le cloisonnement horizontal de cellules mères. Une structure très-analogue caractérise le tissu du petit cercle médullaire, tandis que la zone moyenne est constituée par un tissu dense, délicat, formé d'éléments polygonaux qui, sur la coupe longitudinale, sont allongés et tronqués carrément à leurs extrémités.

Le parenchyme cotylédonaire présente environ huit à neuf rangs de cellules superposées sur une coupe transversale faite à la partie moyenne du cotylédon. Sous l'épiderme supérieur on trouve deux rangs de cellules allongées perpendiculairement à la jeune feuille, pressées les unes contre les autres, plus ou moins anguleuses à leurs extrémités. Les autres cellules du parenchyme, ordinairement arrondies ou ovoïdes, forment un tissu dense qui présente cependant quelques petits méats intercellulaires. Ce parenchyme est protégé sur ses deux faces par une couche de cellules épidermiques dépourvue de stomates.

Le contenu de tous ces tissus constitutifs de l'embryon se colore en jaune brun sous l'influence des réactifs iodés et cette réaction indique qu'il est essentiellement formé de substances protéiques auxquelles il faut ajouter une certaine proportion de matière grasse. Que l'on observe sous l'huile ou sous l'éther le parenchyme de l'axe ou des cotylédons, on verra que ses cellules sont particulièrement gorgées de granules plus ou moins polyédriques, doués d'un certain éclat et d'un aspect plus ou moins hétérogène à cause de l'inégale distribution de leur substance. Ces petits corps doivent être étudiés sous les plus forts grossissements du microscope et leurs réactions les font ranger parmi les formations aleuriques.

Ceci posé, quels sont les phénomènes dont ces divers tissus sont le siège *pendant le grand acte de la germination* et qui déterminent l'allongement de l'axe, la transformation d'un cotylédon petit et incolore en une feuille large et verte ?

Étudios d'abord ce cotylédon.

Dès les premières périodes de la germination, une abondante formation de matière amylacée apparaît déjà dans l'é-

paisseur du parenchyme cotylédonaire. Elle se présente sous la forme de petits corpuscules globuleux ou oblongs offrant de 4 à 6 noyaux d'amidon. A côté de ces grains composés, j'ai constaté la présence d'autres granules d'amidon simples et très-petits qui, selon toute apparence, ne résultent pas de la destruction des premiers, mais se sont développés librement à côté d'eux. Cette formation amylacée si abondante et si remarquable ne résulte sans doute pas d'une simple émigration sous forme soluble de l'amidon contenu dans l'albumen. En effet, j'ai montré, par des expériences précises, que l'amidon pouvait, dans de semblables circonstances, se former de toutes pièces et d'une manière complètement indépendante.

Cette matière amylacée dont le parenchyme est gorgé et qui est accompagnée d'un substratum granuleux et colorable en brun par l'iode résultant en grande partie de la transformation des granules aleuriques sous l'influence de l'eau, persiste encore dans les cellules alors que leurs parois commencent à se revêtir déjà d'une couche verdâtre hétérogène qui est, comme je l'ai fait voir dans un de mes premiers mémoires, la forme primitive sous laquelle la chlorophylle commence ordinairement à apparaître. A ce moment, on peut s'assurer de la présence d'un nucléus pariétal dans la cellule.

Mais l'importance des matières azotées et hydro-carbonées diminue de plus en plus à mesure que le cotylédon s'accroît. Cet accroissement paraît résulter d'une multiplication cellulaire par division longitudinale dans les deux premiers rangs des cellules longues, les autres cellules ne présentant aucune trace de division; elles deviennent seulement volumineuses, irrégulières et sont séparées les unes des autres par des lacunes volumineuses gorgées de gaz. A cet âge, la chlorophylle amorphe primitive s'est transformée en globules sphériques qui semblent engagés dans un revêtement pariétal très-subtilement granuleux.—Que s'est-il passé pendant ce temps dans l'épiderme des cotylédons? On y remarque des transformations très-analogues à celles qui se manifestent dans les cellules parenchymateuses sous-jacentes. De très-bonne heure le contenu granuleux des cellules se colore d'une part en brun et de l'autre en bleu noir sous l'influence des réactifs iodés. Il s'est en effet développé de l'amidon dans ces cellules, et ce développement se fait de la manière la plus évidente autour ou à la surface du nucleus cel-

lulaire. Cette genèse d'amidon se produit avant l'apparition des stomates, c'est-à-dire lorsque le tissu épidermique est encore parfaitement clos et continu, observation sur laquelle il est permis d'insister, puisqu'elle est en contradiction (comme beaucoup d'autres du reste) avec une *loi* posée par un habile physiologiste allemand, loi d'après laquelle il ne se développerait de l'amidon que dans les tissus déjà munis de méats aérifères. A mesure que le cotylédon se développe, les parois des cellules épidermiques deviennent plus ou moins ondulées, leur contenu azoté et hydro-carboné se résorbe peu à peu, et finalement il y apparaît de petits grains de chlorophylle.

Mais arrivons à l'axe de la jeune plante.

Il est de très-bonne heure, comme les cotylédons, le siège d'une abondante formation d'amidon accompagnée de ce substratum granuleux colorable en brun par l'iode que nous avons déjà signalé plus haut. Ce contenu azoté et hydro-carboné se détruit peu à peu, de bas en haut, à mesure de l'allongement. Dans les diverses phases de cette évolution j'ai souvent remarqué au milieu des éléments qui le constituent des globules particuliers ordinairement arrondis, de grandeur variable, tantôt homogènes, tantôt présentant des indices de résorption plus ou moins appréciables. On peut observer ces globules sous l'eau, sous l'huile ou l'éther, et ils se colorent en jaune par l'iode. Je ne serais pas éloigné de croire qu'ils résultent de la transformation des granules aleuriques.

Cependant les éléments granuleux multiples que les cellules renferment se résorbent peu à peu et l'on peut constater que la matière amylacée persiste longtemps dans les cellules les plus profondes de la zone corticale qui entourent les faisceaux fibro-vasculaires. Elle a disparu déjà dans toute l'épaisseur des tissus de la base de l'axe qu'une petite masse d'albumen est souvent encore embrassée par le limbe cotylédonnaire. J'attache quelque importance à la constatation de ce dernier fait et voici pourquoi. L'habile physiologiste allemand auquel j'ai déjà fait allusion dans cette note, M. Sachs, pense que l'amidon émané de l'albumen circule, dans un état de transformation continuelle et pour servir à la nutrition de la jeune plante, dans une couche spéciale de cellules enveloppant les faisceaux fibro-vasculaires et qu'il nomme *couche amylofère*; il admet, en thèse générale, que ce transport a lieu tant que le dépôt de matière

nutritive qui constitue l'albumen n'est pas épuisé ; or, le fait que nous avons signalé est en contradiction avec cette dernière proposition de la théorie du savant auquel la physiologie végétale doit du reste de si intéressantes recherches. A mesure que l'axe s'allonge, les phénomènes physiologiques mentionnés plus haut s'accroissent de plus en plus. Il apparaît finalement dans le parenchyme de cette jeune tige de petits globules de chlorophylle.

En résumé : épuisement successif des granules amylacés de l'albumen par voie de résorption égale ; apparition dans les tissus parenchymateux et épidermiques de l'embryon, dès les premières phases de la germination, d'un abondant dépôt de matière amylacée qui s'est probablement formé de toutes pièces dans ces tissus et qu'accompagne une masse granuleuse de nature essentiellement protéique ; résorption successive des matières azotées et hydrocarbonées à mesure du développement de ces mêmes tissus ; finalement apparition de la matière verte pour servir aux phénomènes de la respiration du nouvel être vivant ; — tels sont les principaux traits caractéristiques de cette rapide histoire de la germination de notre Belle-de-nuit.

Sur les Gastéropodes parasites ; par M. P. Fischer.

M. Hupé a déjà communiqué à la Société le résultat de ses observations sur un mode particulier de parasitisme offert par le *Stylifer Orbignyana* Hupé, qui vit dans les baguettes du *Cidaris imperialis*.

Le nombre des *Stylifer* est aujourd'hui assez considérable ; ce genre est particulièrement remarquable par ses habitudes parasitaires, analogues à celles de quelques petits genres voisins, et constituant un fait presque unique dans la physiologie des Mollusques où le parasitisme est exceptionnel.

Ainsi le *Stylifer astericola* vit dans des cavités pratiquées dans les téguments d'une Astérie des îles Gallapagos.

Le *Stylifer Turtoni* se loge parmi les radioles de l'*Echinus viduus* des côtes d'Angleterre.

Le *Stylifer Paulucciæ*, espèce nouvelle que j'ai décrite, habite sur les radioles de l'*Echinus trigonarius* de la mer Rouge,

Plusieurs autres sont parasites d'Oursins, d'Holothuries, d'Astéries d'espèces diverses.

Un genre voisin : *Styliferina* Adams se trouve dans les mers du Japon, où il est parasite des Ophiures et des Astéries.

Quelques *Eulima* se rencontrent toujours dans les Holothuries; l'*Eulima Cambessedesii* est parasite des Comatules de la Méditerranée.

Enfin, le genre *Entoconcha* a été rencontré par Muller seulement dans les Synaptes.

En résumé : 1° le petit groupe de Mollusques gastéropodes constitué par les genres *Stylifer*, *Styliferina*, *Eulima*, *Entoconcha*, est le seul dans cette classe qui nous offre des habitudes parasitaires;

2° Ces Mollusques sont *uniquement* parasites d'Echinodermes appartenant aux groupes les plus variés : Astéries, Ophiures, Échinides, Comatules, Holothuries, Synaptes.

Cette relation m'a paru assez remarquable pour être signalée.

Séance du 16 avril.

M. M. Transon montre comment il est conduit à ranger la statique et la dynamique comme des sciences dont les principes ne relèvent pas de l'expérience.

M. de la Gournerie discute cette question et s'applique à montrer l'importance des données expérimentales dans les questions de mathématiques.

M. Catalan prend part à la discussion.

Séance du 23 avril.

M. Mannheim lit une note sur la surface gauche, lieu des normales à une surface.

M. Paul Serret donne la solution du problème : déterminer le centre de la surface du second ordre tangente à 9 plans.

M. Silbermann développe ses recherches sur l'origine des mesures de longueur.

MM. Transon, Desains et Catalan, continuent la discussion sur les sciences rationnelles et les sciences expérimentales.

M. Transon développe ses idées sur l'efficacité du principe de la Raison suffisante et sur la manière dont il doit être exposé.

Changements survenus dans la Société.

M. Vulpian est nommé membre titulaire en remplacement de M. Hifelsheim, démissionnaire.

*Sur la surface gauche lieu des normales à une surface,
par M. Mannheim.*

Dans une communication faite dans cette séance, M. Mannheim applique, à l'étude de cette surface, la droite dont il a indiqué la construction dans la séance du 2 avril.

Voici quelques résultats :

Le plan normal en M, à une surface (S), mené suivant la tangente MT à la courbe (M) tracée sur (S), est normal à la surface gauche, lieu des normales à (S) issues des points (M), au centre de courbure de la courbe suivant laquelle il coupe (S).

Désignons par A et B les centres de courbure de (S) situés sur la normale MN issue de M et par (G) la surface gauche, lieu des normales à (S) :

Le produit des courbures de (G) en A et B est constant, quelle que soit la courbe (M) tracée sur (S).

Désignons avec M. Lamarle (1), sous le nom de *distance centrale*, la distance du point M au point central de (G), sur la normale MN; appelons (G), (Gr), (Gc) trois surfaces gauches, lieu des normales à (S) :

La 1^{re} ayant pour directrice une courbe quelconque (M) tracée sur (S) ;

La 2^e ayant pour directrice une courbe coupant (M) à angle droit au point M ;

La 3^e ayant pour directrice une courbe issue de M, suivant la direction MT', conjuguée de MT.

M. Mannheim démontre très-simplement les propriétés énoncées par M. Lamarle (2) relatives à (G), (Gr) et (Gc), il montre en outre que :

Pour (G) et (Gc), la somme des inverses des distances centrales est constante, quelle que soit la direction de (M) en M ;

A l'un des centres de courbure de (S), le produit des courbures de (G) et (Gc) est constant ;

Le rapport des courbures en M pour deux surfaces (G) et (Gc) est égal au rapport inverse des carrés des paramètres de distribution de ces surfaces.

Le produit des courbures en M pour deux surfaces (G) et (Gc) est égal au carré du produit des paramètres divisé par la quatrième puissance du produit des rayons de courbure de (S).

Pour deux surfaces (G) et (Gr) les courbures en M sont égales.

Sur la détermination du centre de la surface du second ordre tangente à neuf plans, par M. Paul Serret.

Dans la séance du 25 juillet 1863 j'avais communiqué à la Société ces deux équations

$$(P) \quad \Sigma_1^7 \lambda P^2 = 0, \quad (S) \quad \Sigma_1^6 \lambda P^2 = a^2 + b^2 + c^2 = c^2,$$

(1) Exposé géométrique du calcul différentiel et intégral, page 464.

(2) Même ouvrage, page 464 et suivantes.

dont la première représente le *plan* des centres des surfaces du second ordre tangentes à sept plans $0 = P_1, = \dots, = P_7$, et la seconde, la *sphère* lieu des centres des surfaces du second ordre tangentes à six plans, et dont la somme des carrés des axes demeure constante. J'avais cru d'abord que ces deux équations, quoique très-simples, étaient bien éloignées encore de fournir la définition géométrique du *plan* ou de la *sphère des centres*; et je les regardais comme plus propres à préciser les difficultés de la question qu'à les résoudre. La détermination de la sphère des centres, par exemple, paraissait en effet dépendre de la résolution des six équations linéaires que l'on doit établir entre les six paramètres λ figurant dans l'équation (S), pour exprimer que cette équation représente une sphère. C'était un énorme calcul, et dans lequel on aurait dû entrer en laissant toute espérance d'interprétation géométrique.

J'ai reconnu depuis que ce calcul n'est pas indispensable, car la définition géométrique du centre de la sphère (S) est presque en évidence dans son équation, telle que je l'ai écrite plus haut; et j'ai été conduit de la sorte à une série de théorèmes renfermant la solution de ce problème, posé depuis longtemps, et non encore résolu : *Déterminer le centre de la surface du second ordre tangente à neuf plans.*

1. Un système de *six* plans, situés d'une manière quelconque dans l'espace, donne lieu à *dix* diagonales réunissant le point de concours de trois quelconques de ces plans au point de concours des trois autres, et à *dix* sphères décrites sur chacune de ces diagonales comme diamètre : ces dix sphères ont le même centre radical et la même *sphère orthogonale*. Nous nommerons celle-ci la *sphère conjuguée des six plans*.

2. Le lieu des centres des hyperboloïdes équilatères

$$a^2 \pm b^2 - c^2 = 0,$$

à une ou deux nappes, tangents à six plans donnés, est la sphère conjuguée des six plans.

3. *Sept* plans étant donnés, les sept sphères, conjuguées à six de ces plans, se coupent dans un même cercle — le *cercle conjugué des sept plans* —; ce cercle est le lieu géométrique des centres des hyperboloïdes équilatères tangents aux sept plans donnés; et son plan coïncide avec le *plan général des centres*

de toutes les surfaces du second ordre tangentes à ces sept plans.

4. *Huit plans étant donnés, les huit cercles, conjugués à sept de ces plans, se coupent dans les deux mêmes points; ces points sont les centres des deux hyperboloïdes équilatères tangents aux huit plans donnés; et la droite qui les réunit — ou l'axe conjugué des huit plans — coïncide avec la droite générale des centres de toutes les surfaces du second ordre tangentes à ces huit plans.*

5. *Neuf plans étant donnés, les neuf axes conjugués de huit de ces plans se coupent dans un même point : et ce point est le centre de la surface du second ordre tangente aux neuf plans.*

6. Les neuf plans étant $0 = P^1 = \dots = P_9$, l'équation

$$\sum_1^9 \lambda P^2 = 0,$$

réduite linéaire en x, y, z , représente le système des plans diamétraux de la surface du second ordre tangente aux neuf plans.

Entre autres conséquences des théorèmes précédents j'indiquerai celle-ci :

Si quatre des diagonales d'un système de six plans ont leurs points-milieux dans un même plan, les points-milieux des dix diagonales sont dans le même plan.

Autres théorèmes. — I. « Si l'on désigne par c, c', c'' les distances des centres de trois cercles *égaux* et situés dans le même plan,

$$0 = A = A' = A'',$$

l'équation : $c\sqrt{A} + c'\sqrt{A'} + c''\sqrt{A''} = 0$

représente le système des deux cercles conjugués, tangents l'un intérieurement, l'autre extérieurement aux trois cercles donnés, » théorème connu depuis peu, que l'on doit à M. Darboux, et qui n'est que la traduction, en géométrie plane, de l'une des formes remarquables sous lesquelles il a donné l'équation du *tore*. On peut compléter ainsi ce théorème.

II. Si l'on désigne par t, t', t'' les longueurs des tangentes extérieures, communes à trois cercles *quelconques*, pris deux à deux, et situés dans le même plan; l'équation

$$t\sqrt{A} + t'\sqrt{A'} + t''\sqrt{A''} = 0$$

représente le système des deux cercles conjugués, tangents l'un intérieurement, l'autre extérieurement aux trois cercles donnés : et il existe des équations analogues pour chacun des trois autres systèmes de deux cercles tangents conjugués.

La démonstration s'en fait aisément par l'analyse ou par la géométrie.

Séance du 30 avril.

M. Paul Bert expose la suite de ses recherches sur l'asphyxie.

M. Vulpian expose ses recherches sur l'entre-croisement des fibres nerveuses dans le bulbe rachidien chez les Poissons.

Sur les dérivés de l'orcine, par M. V. de Luynes.

Les propriétés des matières colorantes dérivées de l'orcine sont indépendantes de la température à laquelle elles se forment. Ces propriétés résultent de la nature et de la proportion des substances qui sont en contact avec l'orcine. La chaleur a seulement pour effet d'accélérer la formation de ces matières.

L'ammoniaque en excès, soit seul, soit au contact des carbonates alcalins ou bases (chaux, oxyde de zinc, etc.), retarde et modifie la coloration.

La formation de l'orcéine a lieu d'une manière très-rapide en mélangeant l'orcine avec moitié de son poids d'ammoniaque aqueuse ordinaire.

La préparation du tournesol réussit très-bien en mélangeant l'orcine avec poids égal d'ammoniaque aqueuse, dix fois son poids de carbonate de soude sec et assez d'eau pour faire une pâte épaisse. A 50° ou 60° la couleur bleue est développée en cinq ou six heures.

Le tournesol ne doit pas seulement être bleu, il doit donner par un très-léger excès d'acide la teinte claire pelure d'oignon

si connue des chimistes. Cette condition est remplie en employant une grande quantité de carbonate ou de base et une proportion relativement très-faible d'ammoniaque. Si cette dernière dominait, il y aurait en même temps formation d'orcéine, qui conserve sa teinte violacée en présence des acides les plus énergiques.

Toutes ces matières, virables ou non par les acides, sont précipitées à l'état de laques par les sels calcaires en présence des carbonates alcalins ou des bases : potasse, chaux, ammoniaque. Elles se dissolvent toutes dans un excès d'acide avec une teinte violacée.

Le tournesol prend la teinte pelure d'oignon par l'addition de quelques gouttes d'un acide énergique, tel que l'acide sulfurique ou chlorhydrique. Un excès d'acide rend la teinte violacée. Une base rétablit la teinte pelure d'oignon.

Le développement de ces matières colorantes paraît être un phénomène continu. A un certain moment de leur développement elles donnent en teinture des nuances fort riches. A une période plus avancée, bien que la coloration paraisse plus intense, les résultats en teinture se modifient et deviennent moins satisfaisants.

Notes pour servir à l'histoire de l'asphyxie, par M. Paul Bert.

(Suite. Voir Bulletin, 1864, p. 10.)

3° *Résistance à l'asphyxie par submersion de diverses espèces d'animaux à sang chaud.*—Je me suis préoccupé de rechercher le temps que mettent à mourir, quand on les plonge sous l'eau, des Vertébrés appartenant à différentes espèces. Mes expériences ont porté principalement sur les animaux à sang chaud. Les résultats auxquels je suis arrivé jusqu'ici ne présentent pas encore une grande importance. Je me décide cependant à les publier; et cela, non-seulement parce qu'ils ne me paraissent pas dénués de tout intérêt, mais encore parce que les occasions de multiplier les expériences sont assez rares, et que peut-être la lecture de cette note déterminera quelques personnes à agir sur des animaux que je n'ai pas encore eus à ma disposition.

Lorsqu'un animal est plongé dans l'eau, il présente une pé-

riode d'agitation violente à laquelle succède une période de calme avec des mouvements inspiratoires profonds ; ceux-ci diminuent, puis cessent, et l'animal reste immobile, quelquefois après un mouvement violent d'expiration. C'est cette immobilité définitive, depuis longtemps précédée par la disparition de la sensibilité, que j'ai prise pour date de la mort ; le cœur continue à battre pendant un temps variable.

Ceci dit, voici les résultats de mes expériences :

MAMMIFÈRES.

Phoque (*Phoca vitulina*, Lin.), 1^m de long, pris depuis quinze jours, à jeun depuis ce temps. Dernier mouvement vers 45^m ; dernier batttement du cœur, 28^m.

Chien, 4^m, 4^m 15^s, 4^m 30^s, 5^m ; moyenne, 4^m 25^s.

Chat, 2^m 50^s, 3^m 3^s ; moyenne, 2^m 57^s.

Lapin, à jeun depuis vingt-quatre heures, 2^m 30^s, 2^m 30^s 3^m, 3^m, 3^m 20^s, 3^m 45^s. — en digestion, 2^m 15^s, 2^m 30^s, 4^m ; moyenne, 3^m 7^s.

Rat d'eau (*Arvicola amphibius*, Lin.), un peu fatigués, 1^m 50^s, 2^m, 2^m 30^s, 2^m 50^s ; moyenne, 2^m 17^s.

Rat blanc (*Mus rattus*, Lin.), 1^m 25^s, 1^m 30^s, 1^m 30^s, 1^m 40^s, moyenne, 1^m 30^s.

OISEAUX.

Chouette effraie (*Strix flammea*, Lin.), 2^m 40^s.

Moineau franc (*Parus domesticus*, Briss.), 35^s, 40^s.

Alouette commune (*Alauda arvensis*, Lin.), 30^s, 40^s.

Alouette cochevis (*Alauda cristata*, Lin.), 50^s.

Roitelet huppé (*Regulus cristatus*, Lin.), 20^s.

Grimpereau familier (*Certhia familiaris*, Lin.), 28^s.

Hirondelle de fenêtre (*Hirundo urbica*, Lin.), 45^s.

Etourneau (*Sturnus vulgaris*, Lin.), 1^m 30^s.

Pigeon biset, 1^m 10^s, 1^m 20^s, 1^m 20^s, 1^m 20^s, 1^m 25^s, 1^m 25^s, 1^m 30^s ; moyenne, 1^m 13^s.

Poule, 3^m, 3^m 15^s, 3^m 15^s, 3^m 30^s, 3^m 30^s, 4^m 40^s ; moyenne, 3^m 38^s.

Dindon adulte, un peu malade, 2^m 30^s ; âgé de treize jours, 4^m 20^s.

Chevalier à pieds verts (*Totanus glareola*, Temm.), bien vifs, mais une aile cassée, 1^m 30^s, 1^m 30^s.

Chevalier à pieds rouges (*Totanus ochropus*, Lin.), 1^m 25^s.

Tourne-pierre (*Streptilas interpres*, Lin.), bien vif, mais une aile cassée, 1^m 30^s.

Râle d'eau (*Rallus aquaticus*, Lin.), bien vif, mais une aile cassée, 4^m 30^s.

Râle marouette (*Pallus porzana*, Lin.), bien vif, mais une aile cassée, 4^m.

Goëland brun (*Larus frescus*, Lin.), bien vif, mais les deux ailes cassées, 4^m.

Canard sarcelle (*Anas querquedula*, Lin.), bien vifs, mais une aile cassée, 7^m, 7^m 30^s; moyenne, 7^m 45^s.

Canard domestique, 7^m, 7^m 30^s, 8^m, 10^m; moyenne, 8^m 7^s.

Oie domestique, 7^m, 7^m 30^s, 8^m; moyenne, 7^m 30^s.

Grèbe castagneux (*Podiceps minor*, Lin.), fatigués, 2^m, 2^m 30^s; — frais pris, bien portant, 3^m 40^s.

Il serait évidemment prématuré de rien conclure d'un nombre aussi restreint d'expériences; je me permettrai seulement d'en dégager quelques observations qui ne me semblent pas sans intérêt.

La durée de la vie n'est aucunement en rapport avec la taille des animaux. On voit en effet qu'un Râle d'eau, Oiseau de la grosseur d'une Grive, a mis beaucoup plus de temps à se noyer (4^m 30^s) que des Pigeons (moy. 4^m 13^s), et même que des Poules. De même la petite Sarcelle d'hiver résiste bien plus longtemps qu'un Dindon. Il ne paraît même pas que la taille présente une grande importance dans les Oiseaux du même groupe : les Sarcelles, en effet, résistent à peu près autant que les Oies. Et cependant il est vrai de dire, d'une manière très-générale, que les petits animaux sont plus vite asphyxiés que les gros. Le minimum de résistance, en effet, est présenté par les Passereaux, et surtout par le plus petit d'entre eux, le Roi-telet huppé (20^s).

Parmi les Oiseaux que j'ai étudiés, les Râles et les Canards me paraissent être ceux qui se noient le plus lentement; ce sont là ce me semble, les plongeurs par excellence. Les Grèbes, (vulgairement Plongeurs), contrairement à ce que l'on pouvait attendre *a priori*, résistent moins, quoique mieux organisés pour la locomotion entre deux eaux. Les petits Échassiers de rivage s'asphyxient aussi vite que les Passereaux de leur taille.

Lorsqu'on plonge dans l'eau un Oiseau aquatique, comme un Canard, il reste en général calme pendant un temps assez considérable, 2^m ou 3^m par exemple; si l'on y met au contraire une Poule, elle s'agite presque aussitôt et fait des efforts violents pour s'échapper. Cette différence, qu'expliquent si aisément les habitudes de l'animal, n'est certainement pas sans influence sur la durée de la vie. J'ai cru remarquer, en effet, — et ceci concorde avec les principes physiologiques, — que les mouvements considérables accélèrent la mort. C'est ainsi que la Poule qui est morte en 4^m 40^s était restée presque complètement immobile pendant la durée de la submersion.

J'ai saigné des Lapins soit à l'artère fémorale soit à la veine jugulaire, avant de les submerger, sans remarquer de différence notable dans la durée de leur résistance à l'asphyxie. L'état de jeûne ou de digestion ne m'a pas fourni non plus de modifications importantes.

Les blessures, les fatigues qui atteignent un animal en pleine santé, accélèrent incontestablement la mort. Je citerai, comme exemple, ces Grèbes fatigués par un voyage de deux jours, sans eau, qui sont morts en 2^m et 2^m 30^s, tandis qu'un Oiseau de même espèce, que j'avais pris moi-même à la main, et que j'ai noyé de suite, a fait ses derniers mouvements à 3^m 40^s.

J'ai cru remarquer le contraire pour les maladies qui épuisent lentement l'organisme; il m'a semblé qu'elles lui donnaient une résistance beaucoup plus grande à l'asphyxie; ce qui serait en rapport avec certains faits d'asphyxie dans une atmosphère confinée signalés par M. Cl. Bernard.

Ces circonstances diverses sont loin de rendre compte de toutes les différences que les expériences révèlent entre les individus. Ces problèmes, au reste, sont extrêmement compliqués, et il importe, avant toutes choses, de les réduire à des faits simples. La présente note ne doit être considérée que comme un travail d'énumération et de constatation. Elle suffit à montrer, en tout cas, qu'en parlant de la résistance à l'asphyxie, il n'est pas permis de s'exprimer d'une manière aussi vague que le font en général nos livres de physiologie; il ne suffit pas de dire : les *animaux*, les *oiseaux*, etc., il faut évidemment désigner nominativement l'espèce dont il est question.

4^o Sur la question de savoir si les Mammifères plongés dans l'eau attirent le liquide par aspiration dans leurs poumons.

Cette question ne présente au point de vue physiologique qu'une importance médiocre; mais aux yeux du médecin et du médecin légiste, elle prend un très-grand intérêt. Aussi a-t-elle été le sujet de maintes discussions que je me garderai de rappeler ici, et encore aujourd'hui est-on loin de s'entendre sur sa solution. Pour les uns, l'animal immergé continue à exécuter des mouvements inspiratoires efficaces qui font pénétrer dans ses poumons non plus de l'air, mais de l'eau; pour d'autres, ces mouvements n'ont aucun résultat, à cause d'une occlusion spasmodique de la glotte, qui ferme le passage au liquide; enfin, récemment, M. Beau a soutenu que ces mouvements cessent complètement après l'immersion.

Pour ma part, j'ai toujours vu les Mammifères plongés dans l'eau se débattre violemment, avec intelligence et conscience, pendant un temps variable, puis tomber dans une période de collapsus à laquelle succèdent une série de mouvements inspiratoires évidents et très-nombreux dans certains cas. Pendant la période d'agitation, aucun de ces mouvements ne paraît être exécuté, mais l'animal rend toujours par les narines une certaine quantité d'air libre; souvent aussi, la fin de la dernière période est marquée par une expiration d'un peu d'eau écumeuse. Enfin, toutes les fois que j'ai eu occasion d'examiner les poumons d'un Mammifère noyé, je les ai trouvés plus ou moins remplis d'eau rarement libre, presque toujours écumeuse.

La quantité d'eau ainsi introduite dans les voies respiratoires varie beaucoup. Dans quelques cas, — qui paraissent assez rares, — elle est très-considérable. Je citerai comme exemple une expérience faite sur un Chien pesant 40 kil. environ, qui fut retiré de l'eau après 6^m d'immersion, le dernier mouvement inspiratoire ayant eu lieu à 4^m. Les poumons de cet animal pesaient 500 grammes; en les exprimant fortement, on put en faire sortir 200 grammes d'eau, pour la plus grande partie écumeuse: après dessiccation, ces poumons ne pesaient plus que 47 grammes. Ils contenaient donc 483 grammes d'eau, soit venue de l'extérieur, soit appartenant au sang et au tissu pulmonaire lui-même. Il est donc bien évident que cet animal avait à plusieurs reprises librement attiré dans ses poumons une notable quantité d'eau.

Dans la majorité des cas, au contraire, on peut à peine

exprimer du poumon quelques grammes d'eau écumeuse. Aussi beaucoup de personnes n'ont pas fait difficulté d'admettre que cette eau s'était introduite dans une première inspiration, inspiration *de surprise*, on encore dans les moments qui précèdent immédiatement la mort; la glotte étroitement fermée s'opposant à l'entrée du liquide pendant le reste du temps.

Je suis loin de dire, comme on le verra par la suite, que les choses ne se passent pas ainsi dans un certain nombre de cas; mais ce que je nie, c'est qu'on fût en droit de baser cette conclusion sur la faible quantité d'eau trouvée dans le poumon. Les deux expériences suivantes expliqueront ma pensée :

1^o Un Chien de moyenne taille est plongé sous l'eau, et, retiré immédiatement après le dernier mouvement inspiratoire. Les poumons et la trachée sont pleins d'eau écumeuse qui s'en échappe à la section, mais dont quelques gouttes à peine sortent par la trachée quand on retourne l'organe. Le tout pèse 200^{gr}; après dessiccation, il reste 20^{gr} de matière;

2^o Chien de même taille. Dans la trachée est placé un bouchon, que traverse un tube de verre coudé dont l'extrémité plonge dans un vase rempli d'une quantité connue d'eau. L'animal inspire régulièrement l'eau du vase, et expire une petite quantité d'écume. Quand il meurt, 375^{cc} d'eau ont été aspirés; les poumons, extraits de suite, présentent le même aspect que ceux du n^o 1^{er}, et l'on n'en peut faire sortir que 4^{gr} d'eau libre; comme eux, ils pèsent 200^{gr}, et, par une assez singulière coïncidence, comme eux ils ne laissent que 20^{gr} de matière après dessiccation.

Il est évident que dans ce dernier cas l'eau a été absorbée par le système capillaire efférent du poumon au fur et à mesure de son introduction; mais qui me dit qu'il n'en a pas été de même dans la première expérience? c'est chose certaine, du moins, qu'on ne peut en aucune façon juger de la quantité d'eau qui a réellement pénétré dans les poumons d'un animal noyé par celle qu'on y retrouve après la mort.

Le meilleur moyen de se rendre un compte exact des choses est à coup sûr d'employer le système des pesées. C'est ce que je n'ai pas manqué de faire; je liais l'œsophage d'un Chien au milieu du cou pour éviter l'introduction de l'eau dans les voies digestives, je lui fermais également le prépuce et l'anus, pour me mettre en garde contre les déperditions excrémentitielles;

cela fait, je le pesais, après avoir mouillé son poil jusqu'à un certain degré. Je le noyais alors, l'essayais jusqu'au même degré, et le pesais à nouveau. Or, dans certains cas, j'ai trouvé que le poids n'avait pas varié sinon de quelques grammes dus peut-être à l'eau restée dans les poils; mais dans d'autres, la différence s'est présentée considérable: c'est ainsi qu'un Chien de 13^{kil}, 5 pesait 4^{kil} de plus après qu'avant l'immersion, et cette grande augmentation ne peut être mise sur le compte d'un défaut de précision dans le mode expérimental.

Il est donc incontestable que l'eau pénètre quelquefois en quantité très-notable dans les poumons des noyés; il est certain aussi que, d'autres fois, il ne s'en introduit que très-peu. Je n'hésite pas à croire que la plus grande partie de cette eau entre pendant cette dernière période de l'asphyxie par submersion dans laquelle la sensibilité et la volonté ayant disparu, l'animal fait des efforts inspiratoires dont l'occlusion spasmodique de la glotte n'arrête pas toujours suffisamment l'effet. Il resterait à déterminer dans quelles circonstances et pour quelles raisons tantôt la glotte se maintient hermétiquement fermée, tantôt au contraire elle permet l'aspiration de l'eau.

M. Beau, qui affirme que les animaux submergés n'exécutent aucun mouvement inspiratoire, explique ce fait que je ne puis considérer comme exact, par une sorte d'avertissement donné au noyé par les nerfs de la cinquième paire, lorsqu'ils se trouvent au contact de l'eau.

Pour démontrer sa proposition, ce savant médecin fixe un tube à la trachée d'un Chien, et immerge complètement le tube et l'animal à l'exception de la tête; l'animal, dit-il, continue à respirer assez régulièrement, et l'eau pénètre à chaque inspiration dans le poumon. J'ai répété cette expérience et obtenu le même résultat. Mais si l'on renverse les conditions, si l'on plonge le Chien tout entier sous l'eau, tête comprise, en ne laissant sortir à l'air que l'extrémité du tube, on voit que l'animal continue à respirer librement. Il est donc évident qu'il n'a reçu aucun avertissement de ses nerfs submergés.

En résumé, pendant la première période de la submersion, agitation violente, mais cessation *volontaire* des mouvements inspiratoires, l'animal ayant conscience du danger qu'il court, et étant averti de fermer sa glotte par l'eau qui en a touché la

face supérieure; plus tard, perte de la volonté, mouvements inspiratoires inconscients qui, la glotte cédant tôt ou tard, font pénétrer dans les poumons une quantité variable d'eau, dont une grande partie peut être absorbée par les veines pulmonaires : telle me paraît être la réponse à la question posée en tête de ce paragraphe.

En tout cas, il y a toujours de l'eau dans les poumons des animaux noyés, et, d'accord avec M. Tardieu, j'attribue à la présence de cette eau la difficulté qu'on éprouve à rappeler à la vie les noyés, difficulté beaucoup plus grande que pour les strangulés.

Sur les entrecroisements qui se font entre les fibres des deux moitiés de la moelle allongée chez les Poissons osseux ;

par M. Vulpian.

Dans le travail que nous avons fait, M. Philipeaux et moi, sur l'anatomie de l'encéphale des Poissons, nous avons cherché à déterminer avec précision si les fibres des faisceaux de la moelle offrent, d'une moitié à l'autre, des décussations analogues à celles qui sont bien connues chez les Vertébrés supérieurs, surtout chez les Mammifères. Nous tenions d'autant plus à éclaircir ce point d'anatomie comparée, qu'il nous était resté quelques doutes sur la réalité de l'entre-croisement que nous avons décrit, il y a plusieurs années, comme représentant l'entre-croisement des pyramides antérieures des Mammifères (Comptes rendus de l'Académie des sciences, 5 avril 1852). Nous disions alors en parlant de l'encéphale de la Carpe : « Le » bulbe rachidien présente des pyramides antérieures qui offrent, deux ou trois millimètres en arrière du Pont de varole, » un entre-croisement semblable à celui que l'on trouve chez les » Vertébrés supérieurs. » Nous appelions du nom de Pont de Varole quelques fibres transversales qui se voient à la face inférieure de la moelle allongée, à quelques millimètres en arrière de la base des lobes inférieurs de l'encéphale, lobes que nous prenions à tort, avec d'autres anatomistes, pour les tubercules mamillaires des Poissons.

Des recherches multipliées, faites à diverses reprises depuis cette époque, nous ont convaincus que l'entre-croisement que

nous avions décrit n'existe pas tel que nous l'avions indiqué. Nous avons été trompés par des apparences que nous avait offertes la dissection d'encéphales durcis dans l'alcool. A l'endroit dont il s'agit, il n'y a pas de véritable entre-croisement. De nouvelles dissections d'encéphales à l'état frais, l'examen microscopique de tranches minces enlevées sur des pièces qui avaient séjourné pendant des temps variés dans de faibles solutions aqueuses d'acide chromique, ne nous ont laissé aucun doute à cet égard. Il n'y a que quelques très-rares fibres qui paraissent passer d'un côté à l'autre.

Mais ces recherches nouvelles nous ont montré, avec une netteté qui ne laisse rien à désirer, que les faisceaux inférieurs des Poissons osseux (faisceaux antérieurs de l'Homme) s'entre-croisent très-réellement, et qu'il y a même deux entre-croisements portant sur des trousseaux différents des fibres de ces faisceaux. En effet, si l'on considère la face inférieure d'un encéphale de Merlan (*Gadus merlangus*, L.) à l'état frais, on voit, à trois millimètres environ du bord postérieur des lobes inférieurs de la moelle allongée, une couche très-mince de fibres transversales, occupant une étendue antéro-postérieure de deux millimètres à peu près. Ces fibres, que nous pensions autrefois être les analogues des fibres transversales de la protubérance annulaire, peuvent être regardées comme les fibres arciformes des Poissons, bien qu'elles diffèrent un peu par leur trajet des fibres arciformes des Mammifères. Elles croisent transversalement les faisceaux inférieurs de la moelle allongée, et s'écartent un peu en éventail sur les parties latérales; la plupart de ces fibres s'infléchissent ensuite en avant pour prendre la direction des fibres de la moelle allongée, et se porter avec elles vers les lobes optiques et les pédoncules cérébraux. Les faisceaux inférieurs de la moelle allongée, d'abord assez grêles en arrière des fibres arciformes, commencent à s'étaler au moment où ils sont recouverts par ces fibres; ils deviennent triangulaires et présentent en avant une base assez large qui répond au lieu d'implantation des lobes inférieurs de la moelle allongée. Dans cette portion élargie qui comprend bien certainement de nouvelles fibres émergées des parties plus profondes de la moelle allongée, on reconnaît, de chaque côté de la ligne médiane, deux cordons bien distincts. Si l'on suit d'avant en arrière et d'un côté celui de ces cordons qui est situé en dehors, on voit que quelques-unes de ses fibres un peu en arrière des fibres arciformes

formes, se réunissent en un fascicule grêle qui se dirige vers le sillon médian, et s'entre-croise avec le fascicule correspondant du côté opposé, un peu en arrière de la couche des fibres arciformes, à cinq millimètres et demi en arrière du bord postérieur des lobes inférieurs de l'encéphale, chez des individus de moyenne taille. Ces fascicules s'entre-croisent à angle très-ouvert, presque transversalement : un peu au delà du sillon médian, les fibres qui les forment s'écartent de nouveau ; les unes se joignent aux fibres des faisceaux inférieurs et marchent avec elles d'avant en arrière ; les autres se perdent, en suivant la même direction, au milieu des fibres des faisceaux latéraux.

Un autre entre-croisement, portant sur un plus grand nombre de fibres, se voit en arrière de la base des lobes inférieurs de l'encéphale. Pour bien l'étudier, il faut enlever complètement ces lobes. On constate alors que les deux cordons internes du prolongement triangulaire formé en partie par l'épanouissement des faisceaux inférieurs de la moelle s'écartent légèrement l'un de l'autre avant d'atteindre la base des lobes inférieurs, puis se rapprochent en formant ainsi une petite fossette elliptique à direction antéro-postérieure. Au point où ils se rapprochent l'un de l'autre, on les voit s'entre-croiser complètement sur la ligne médiane. Au delà de l'entre-croisement, le cordon qui vient de la moitié droite de la moelle allongée traverse la partie postérieure de la base du lobe inférieur du côté gauche, et les fibres qui forment ce cordon vont les unes au lobe optique, les autres au pédoncule cérébral de ce côté. Il en est de même, en sens inverse, pour le cordon venant de la moitié gauche de la moelle allongée. Le tiers antérieur de la fossette située entre ces deux cordons est recouvert par une bande de fibres transversales qui vont d'un côté à l'autre, et s'insinuent de chaque côté sous le bord inférieur du lobe optique correspondant.

Chez la Carpe (*Cyprinus carpio*, L.), on trouve les mêmes entre-croisements, situés de même, et encore plus distincts que chez le Merlan. Nous nous contenterons d'indiquer en quelques mots les légères différences qui existent sous ce rapport entre ces deux Poissons. Chez la Carpe, la couche de fibres arciformes est plus étendue d'avant en arrière que chez le Merlan, et l'entre-croisement qui a lieu au niveau de ces fibres est recouvert par elles. Les fibres qui forment cet entre-croisement viennent, d'avant en arrière, de faisceaux situés plus en dehors que les faisceaux dont les fibres s'entre-croisent chez le Merlan ;

mais chez la Carpe, si l'on suit d'arrière en avant les fibres entre-croisées, on les voit, comme chez le Merlan, se rendre aux lobes optiques et aux pédoncules cérébraux.

Quant à l'entre-croisement antérieur, il est constitué de la même façon que chez le Merlan : seulement, parmi les fibres transversales qui sont situées un peu en arrière de cet entre-croisement, et qui, chez la Carpe, le recouvrent en partie, il en est quelques-unes qui nous ont paru s'entre-croiser aussi d'un côté à l'autre un peu obliquement, et se joindre, après l'entre-croisement, aux faisceaux inférieurs, entre-croisés eux-mêmes, pour se porter avec eux vers les lobes optiques et les pédoncules cérébraux.

Il y a donc, chez les Poissons osseux, des entre-croisements très-manifestes entre les fibres des faisceaux des deux moitiés de la moelle allongée, et, par l'intermédiaire de ces entre-croisements, les lobes cérébraux et les lobes optiques ont, en partie du moins, une action croisée sur chacune des moitiés du corps.

Si l'on voulait établir des analogies entre ces entre-croisements et ceux que l'on trouve chez les Vertébrés supérieurs, on pourrait peut-être considérer l'entre-croisement postérieur comme répondant à l'entre-croisement des pyramides antérieures ou inférieures, et l'entre-croisement qui se fait en avant comme représentant jusqu'à un certain point la décussation qui a lieu au niveau de la protubérance annulaire.

Séance du 7 mai 1864

M. Silbermann expose de vive voix la suite de ses recherches sur la formation de la première toise.

M. Fischer décrit une monstruosité trouvée chez les Limaçons, les individus offrant la sinistrosité.

M. Fischer discute la théorie de l'effort dans le cas où les Chevaux ont un tube dans la trachée-artère.

Sur la surface gauche lieu des normales principales d'une courbe gauche, par M. Mannheim.

M. Mannheim, dans une nouvelle communication, montre comment on ramène l'étude de cette surface à celle d'une surface gauche lieu des normales à une surface, et qui a pour directrice une géodésique de cette surface.

Cette surface auxiliaire est la *surface rectifiante* de la courbe gauche donnée.

En appliquant à cette étude la droite dont la construction a été donnée dans la séance du 2 avril, M. Mannheim retrouve facilement des formules connues, dues à M. de Saint-Venant (1), il énonce en outre les résultats suivants :

Le point central situé sur une normale principale d'une courbe gauche est le centre de courbure principale de la surface rectifiante de cette courbe.

La courbure de la surface gauche, lieu des normales principales d'une courbe gauche, pour un point de cette courbe, est égale, en grandeur absolue, à l'inverse du carré du rayon de seconde courbure.

La courbure de la surface gauche, lieu des normales principales d'une courbe gauche, en un point de cette courbe, multipliée par la courbure de la même surface au centre de courbure correspondant de la courbe gauche, est égale à l'inverse de la quatrième puissance du rayon de première courbure.

Observations relatives à la dilution des dissolutions salines, par M. Jules Regnaud.

Dans un mémoire consacré à l'étude de la chaleur latente de dissolution, M. Person a donné le nom de *chaleur de dilution* à l'excès de la chaleur absorbée lors de la dissolution d'un sel sur sa chaleur latente de fusion. Ce physicien a montré que cette chaleur de dilution joue un rôle important dans les phénomènes thermiques compliqués qui ont lieu pendant la dissolution des sels. Il a observé que différentes dissolutions salines

(1) *Mémoire sur les lignes courbes non planes*. Journal de l'école Polytechnique, 30^e cahier.

saturées présentent, lorsqu'on les mélange à de l'eau, tantôt une élévation, tantôt un abaissement de température, et que, dans quelques cas, elles n'offrent aucune variation thermométrique. Ces évolutions ne coïncidant avec aucun changement d'état, sont expliquées par M. Person au moyen des valeurs indépendantes dans chaque sel, de la chaleur de dilution et de la chaleur de combinaison dérivant de l'affinité des éléments salins pour l'eau. Dans les cas où la chaleur de dilution l'emporte sur la chaleur de combinaison, il y a abaissement du degré thermométrique au moment du mélange ; dans les cas inverses, il y a élévation, et si les calories absorbées pendant la dilution sont égales à celles dégagées par le fait de la combinaison, aucun changement thermométrique ne se produit.

Dans les recherches que j'ai déjà publiées sur les mélanges de quelques dissolutions salines, j'ai étudié les phénomènes thermiques qui les accompagnent. Ils ne sont pas nuls comme l'exigerait la thermoneutralité admise par quelques savants, mais ils sont du même ordre de grandeur que ceux qui dérivent de la dilution. J'ai constaté qu'ils offrent les mêmes changements de signes et qu'ils sont indépendants de l'augmentation ou de la diminution que subit le volume moyen des liquides mélangés.

Les présentes observations ont pour but de montrer que les variations de la température, observées par M. Person pendant la dilution des sels, n'ont aucune relation avec les changements de la densité des liquides réunis.

Les sels que j'ai examinés ont été dissous dans l'eau à la température de $+15^{\circ}$, et les solutions saturées ont été mélangées brusquement avec leur volume d'eau, dès que l'équilibre entre la température des deux liquides était complètement établi. Le sens de la variation thermométrique étant seul important ici, je ne donnerai pas les valeurs dans cette note.

Solutions saturées à $+15^{\circ}$.	Eau.	Variation thermométrique au moment du mélange.
Nitrate de soude.....	1 vol.+1 vol.	abaissement.
Nitrate de potasse.....	1 vol.+1 vol.	abaissement.
Hyposulfite de soude.....	1 vol.+1 vol.	abaissement.
Sulfate de soude.....	1 vol.+1 vol.	abaissement.
Phosphate de soude.....	1 vol.+1 vol.	 0
Chlorure de calcium, solution très-concentrée.....	1 vol.+1 vol.	élévation.
Acétate de soude.....	1 vol.+1 vol.	élévation.
Sulfate de zinc.....	1 vol.+1 vol.	élévation.
Acétate de zinc.....	1 vol.+1 vol.	élévation.

On voit que, pour plusieurs solutions salines saturées ou très-concentrées, les phénomènes thermiques qui s'accomplissent lors du mélange avec l'eau sont conformes à ceux indiqués par M. Person. Il reste à montrer, comme addition à ces recherches, que le refroidissement ou l'échauffement des liquides sont indépendants des changements de densité.

En conséquence, on a pris les densités des solutions saturées et diluées, puis on a calculé pour chacune de ces dernières la densité moyenne ; les résultats numériques obtenus sont résumés dans le tableau suivant :

Solution saturée à + 15°.	Densité de la solution à + 15°.	Densité de la solution diluée + 15°	Densité calculée + 15°.	Différence.
Nitrate de soude	1,1656	1,0847	1,0824	+ 0,0023
Nitrate de potasse	1,1276	1,0652	1,0634	+ 0,0018
Hyposulfite de soude	1,2602	1,1377	1,1297	+ 0,0080
Phosphate de soude	1,0413	1,0209	1,0203	+ 0,0006
Sulfate de soude	1,1012	1,0519	1,0502	+ 0,0017
Chlorure de calcium, so- lution très-concentrée	1,2201	1,1145	1,0977	+ 0,0168
Acétate de soude	1,1267	1,0651	1,0629	+ 0,0022
Sulfate de zinc	1,3708	1,1919	1,1850	+ 0,0069
Acétate de zinc	1,1197	1,0617	1,0595	+ 0,0022

La comparaison entre les nombres exprimant les densités réelles des liquides dilués et ceux qui correspondent à la densité calculée, montre que toujours une solution concentrée d'un sel mélangée à son volume d'eau subit une augmentation de densité, c'est-à-dire une contraction. Comme, dans les exemples précités, il y a, suivant les sels, abaissement ou élévation de la température, il est permis de conclure de ces expériences que les phénomènes thermiques sont indépendants des variations de la densité. En d'autres termes, lorsque les deux liquides se dissolvent réciproquement, il peut y avoir à la fois contraction des volumes et abaissement ou élévation de la température ; le sens de ce dernier phénomène seulement est déterminé par la différence entre les quantités de chaleur absorbées par le fait de la dilution ou dégagées par suite de l'exercice des affinités. Mais si les changements de la densité moyenne n'interviennent pas dans le refroidissement de deux liquides que l'on mélange, il devient probable que c'est à une diminution de la viscosité

moyenne que l'absorption de chaleur doit être attribuée dans tous les faits de cet ordre. J'espère pouvoir donner à cette supposition l'appui d'expériences décisives.

Séance du 14 mai.

M. Marey répond aux questions posées par M. Fischer relativement à la théorie de l'effort.

M. Transon revendique en faveur de M. Faure, professeur à Gap, membre correspondant de la Société, l'idée première d'étudier certaines transformations des figures planes à l'aide d'équation entre deux variables dont l'une représente l'extrémité du rayon vertical de la figure transformée et l'autre l'extrémité du rayon correspondant de la figure transformante.

M. Mannheim développe une note de M. Moutard sur la transformation par rayons vecteurs réciproques.

M. Buignet communique les recherches qu'il a faites avec M. Bussy sur l'acide cyanhydrique.

Des quantités prétendues imaginaires et de leur emploi pour la transformation des figures, par M. Abel Transon.

« C'est la Géométrie qui a fait connaître l'usage des quantités négatives, et c'est là un des plus grands avantages qui soient » résultés de l'application de l'algèbre à la géométrie. » (LAGRANGE, *Séances des écoles normales*, t. III, p. 282.) — « La géométrie a, de nos jours, rendu à l'algèbre un service non moins grand mais qui jusqu'ici n'a peut-être pas été convenablement apprécié, celui de faire connaître enfin le véritable usage et LA RÉALITÉ des quantités *faussement* appelées imaginaires.

» En effet, de même que les quantités négatives de l'algèbre correspondent à des chemins parcourus dans une direction opposée à celle des chemins que représentent les quantités positives, ainsi il arrive que toute expression de la forme $a + b\sqrt{-1}$, où a et b sont des nombres absolus, correspond au chemin incliné OA qui va du point origine O au point A dont les coor-

données rectangulaires sont a et b . D'ailleurs ce chemin lui-même pourra être représenté par une lettre unique, soit x par exemple, lettre qui symbolisera à la fois sa grandeur et sa direction. — Et alors, l'équivalence :

$$x = a + b\sqrt{-1}$$

exprimera l'idée la plus générale de l'*addition*, opération qui, appliquée à deux grandeurs d'inclinaison diverse, donne pour résultat ou *somme* une quantité représentée par la ligne qui complète le triangle.

» Cette conception procure une vue très-claire de tous les résultats de l'algèbre relatifs à la théorie des équations. Bornons-nous à dire par exemple que toute équation dont le premier membre est une fonction algébrique entière du degré m , et dont les paramètres peuvent être des nombres d'inclinaison diverse (réels ou imaginaires), admet m racines toutes réelles au même titre; c'est-à-dire qu'il y a sur le plan m points dont les distances à l'origine étant substituées dans $f(x)$ annulent cette fonction; étant bien entendu qu'une telle substitution doit être faite en ayant égard aux règles particulières que comporte le *calcul des nombres inclinés*. De plus, si l'on substitue à x , dans $f(x)$, la distance d'un point variable du plan, le résultat de cette substitution représente, *en grandeur et en inclinaison*, le produit des m chemins inclinés qui vont des m points racines au point variable.

» Les premières idées de ce genre ont été émises par Buée et par Argant (en 1806), qui montrèrent que, comme la modification caractérisée par le symbole $\sqrt{-1}$ étant reproduite sur elle-même, conduit à la direction négative, un tel symbole convient parfaitement à représenter un écart de 90° par rapport à la direction positive. — Plustard, Français, Mourey, MM. Vallès et Faure ont développé cette théorie, et l'on sait notamment que Mourey y a trouvé une démonstration, aussi simple qu'originale, du théorème fondamental que toute équation a au moins une racine, d'où il résulte immédiatement qu'une équation algébrique en a un nombre égal à son degré.

» Toutefois ces efforts de quelques géomètres peu connus n'avaient guère été remarqués, lorsqu'en 1830, M. Cauchy, sans manquer au devoir de citer les noms de ses devanciers,

s'appropriâ (dans le tome XXII des *Mémoires de l'Académie des sciences*) la nouvelle conception et y trouva des ressources inattendues pour la théorie des intégrales définies.

» Depuis, et à la suite de cet illustre maître, plusieurs géomètres distingués ont montré le parti qu'on pouvait tirer de cette représentation, disons mieux, de cette *réalisation* des quantités imaginaires, pour le progrès de quelques-unes des parties les plus élevées de la science. Citons notamment M. Puiseux dans son beau travail *sur les fonctions algébriques* inséré au journal de M. Liouville; MM. Briot et Bouquet dans leur *Théorie des fonctions doublement périodiques* (1859); M. Berger (de Montpellier) dans sa *thèse doctorale* (1863);... mais surtout ajoutons que l'admission prochaine de cette doctrine des prétendues imaginaires dans l'enseignement élémentaire paraît assurée, puisque M. Briot en a expliqué les principes dans ses *Leçons d'algèbre* (4^e édition 1862); et enfin que M. Félix Lucas, dans ses intéressantes *Études analytiques sur les courbes planes* (1864), montre que l'équation très-simple

$$az z' + bz + cz' + d = \text{zéro.}$$

renferme toute la théorie de la transformation par rayons vecteurs réciproques, lorsque z et z' représentent les distances à l'origine de deux points correspondants.

» Mais, à ce sujet, il appartient à la Société Philomathique de faire remarquer que l'idée première d'étudier la transformation des figures planes à l'aide d'une équation entre deux coordonnées tournantes, paraît appartenir à l'un de ses membres correspondants, à M. Faure, ancien professeur au lycée de Gap.

» En effet, M. Faure a publié en 1845 un premier mémoire intitulé *Essai sur la théorie et l'interprétation des quantités imaginaires*; mémoire où l'auteur donne une démonstration du théorème de l'existence des racines de $fx = 0$ basée sur l'étude des chemins que parcourent simultanément l'extrémité de la variable x et l'extrémité de la fonction y définie par l'équation $y = fx$.

» Bien plus, en même temps que M. Faure soumettait son livre à l'appréciation de la Société Philomathique (novembre 1846), il offrait en même temps, soit à la Société, soit à quelques-uns

de ses membres, les premières feuilles imprimées d'un *second mémoire* où il se propose explicitement de rechercher la dépendance entre les chemins parcourus par les extrémités de deux variables inclinées et liées entre elles par une équation générale telle que

$$F(x, y) = 0,$$

d'après laquelle il est manifeste que l'extrémité de l'une de ces variables peut être censée parcourir un chemin absolument arbitraire.

» Notons enfin que, dans la discussion approfondie qui eut lieu à cette occasion, on produisit devant la Société Philomathique, entre autres conséquences immédiates des principes posés par M. Faure, les résultats suivants :

» 1° De la relation différentielle

$$\frac{dy}{dx} = - \frac{F'_x}{F'_y}$$

on concluait que le chemin élémentaire transformant dy et le chemin élémentaire transformé dx ont, à partir des extrémités correspondantes de x et de y , un rapport numérique et une inclinaison mutuelle *déterminés* (c'est-à-dire qui dépendent seulement de la situation des points x et y). De là cette conséquence immédiate et en quelque sorte intuitive, que les angles de la figure transformante sont égaux, respectivement, aux angles correspondants de la figure transformée. Cependant quelques auteurs récents ne croient pouvoir déduire cette conséquence de l'équation ci-dessus, qu'à la charge de remplacer préalablement x et y par leurs formes binomiales où le symbole $\sqrt{-1}$ est en évidence, circonstance qui nécessite un calcul fastidieux et semble attester, de la part de ces mêmes auteurs, une appréciation insuffisante de la nouvelle doctrine.

2° Comme exemple de transformation des figures planes à l'aide d'équations entre coordonnées tournantes, on donnait, d'une part, la discussion de l'équation du premier degré $y = ax + b$, qui renferme toutes les lois des figures homothétiques, si le coefficient a est supposé sans inclinaison propre, et celle des figures semblables et non homothétiques dans le cas contraire;

Et d'autre part, la discussion de l'équation du second degré

$$y^2 - 2xy + a^2 = 0$$

dont l'équation différentielle

$$\frac{dy}{y} = \frac{dx}{\sqrt{x^2 - a^2}}$$

fait voir que l'inclinaison du chemin élémentaire dy sur la variable y se trouve, dans cette transformation, précisément égale à l'inclinaison du chemin élémentaire dx sur la bissectrice des droites qui joignent les points fixes $+a$ et $-a$ à l'extrémité de la variable x . — De là, on concluait, sans nul autre calcul et intuitivement, ces théorèmes, que, *si de part et d'autre d'un point d'une ellipse, on porte sur la normale une longueur moyenne géométrique entre les deux rayons vecteurs, les lieux des extrémités seront deux cercles concentriques à l'ellipse*; tandis que *si on porte de part et d'autre sur la tangente d'une hyperbole, à partir du point de contact, une longueur égale à la moyenne géométrique des rayons vecteurs, les extrémités de ces longueurs ont pour lieu les asymptotes de l'hyperbole*.

» Nous avons cru utile de mentionner ces faits, d'abord dans l'intérêt de M. Faure, notre correspondant, et aussi pour rappeler que la Société Philomathique, en consacrant trois séances consécutives presque entières (en novembre 1846) à l'examen d'une doctrine alors contestée, donnait un gage irrécusable de l'impartialité avec laquelle elle admet la libre discussion de toute idée nouvelle qui tend à se produire dans le domaine de la science. »

Sur la transformation par rayons vecteurs réciproques,
par M. Moutard.

La transformation d'une surface algébrique par rayons vecteurs réciproques fournit en général une transformée d'un degré double; il n'y a d'exception à cette règle, que lorsque la surface proposée contient le *cercle de l'infini* ou le pôle de transformation.

Désignons :

1° Par m le degré d'une surface ;

2° Par p le degré de multiplicité du pôle, c'est-à-dire le nombre des points d'intersection de la surface avec une transversale quelconque issue de ce pôle qui sont confondus en ce point ($p=0$, pour un pôle extérieur) ;

3° Par q le degré de multiplicité du cercle de l'infini, c'est-à-dire le nombre des nappes de la surface qui le contiennent ;

4° Enfin, par m' , p' , q' , les nombres analogues aux précédents, relatifs à la surface transformée par rayons vecteurs réciproques.

Ces six nombres sont liés entre eux par les trois équations :

$$\left. \begin{array}{l} m' = 2m - p - 2q, \\ p' = m - 2q, \\ q' = m - p - q, \end{array} \right\} \text{ ou leurs } \left\{ \begin{array}{l} m = 2m' - p' - 2q', \\ p = m' - 2q', \\ q = m' - p' - q'. \end{array} \right. \text{ équivalentes :}$$

Lorsque $p + 2q = m$, la transformation n'altère ni le degré de la surface, ni le degré de multiplicité du pôle, ni le degré de multiplicité du cercle de l'infini.

Certaines de ces surfaces jouissent, en outre, de la propriété de se transformer exactement en elles-mêmes, par un choix convenable du pôle et du paramètre de transformation. Je propose de leur donner le nom d'*anallagmatiques* (α privatif, $\alpha\lambda\lambda\alpha\sigma\sigma\omega$, je change), et j'appellerai *pôle principal* (1) tout pôle pour lequel cette condition est réalisée, et *sphère principale* une sphère ayant pour centre un pôle principal, et pour carré de son rayon le paramètre de transformation correspondant.

Toute surface anallagmatique peut être définie comme le lieu des intersections successives d'une sphère assujettie à couper orthogonalement la sphère principale, et dont le centre décrit une surface directrice fixe. Lorsque la surface directrice admet des génératrices rectilignes, la proposée admet des génératrices circulaires; lorsque la directrice est développable, l'un des systèmes de lignes de courbure de la proposée consiste en circonférences de cercle.

(1) Voir dans *l'Institut* l'extrait du procès-verbal de la séance de la Société Philomathique du 15 décembre 1860.

Les surfaces du troisième ordre, qui contiennent le cercle de l'infini, et les surfaces du quatrième ordre, qui contiennent ce cercle comme ligne double, sont en général anallagmatiques par rapport à 5 pôles différents, parmi lesquels trois au moins sont réels. Les 5 sphères principales se coupent deux à deux orthogonalement; de là dérive pour les 5 pôles principaux une relation de positions remarquable; la droite qui joint deux quelconques d'entre eux est nécessairement perpendiculaire au plan des trois autres, ou ce qui revient au même, chacun des tétraèdres, qui a pour sommets 4 des pôles principaux est tel, que ses hauteurs concourent en un même point, et ce point de concours est lui-même le cinquième pôle principal. Si on prend pour pôle de transformation le point de concours des hauteurs de l'une quelconque des faces de ces tétraèdres, avec un paramètre de transformation convenable, la transformée est symétrique de la proposée par rapport à la face du tétraèdre. Nommant un pareil point *pôle secondaire*, on voit qu'il existe en général 40 pôles secondaires pour les anallagmatiques du troisième et du quatrième ordre. Dans le cas du troisième ordre, les cinq pôles principaux et les dix pôles secondaires sont situés sur la surface.

Les sphères doublement tangentes à une anallagmatique du troisième ou du quatrième ordre la coupent suivant deux cercles. Toutes ces sphères forment cinq systèmes différents dont les centres sont situés sur les cinq surfaces directrices correspondantes aux cinq pôles principaux; ces directrices sont des surfaces homofocales du second degré, dont le centre commun jouit de propriétés remarquables. Pour le troisième degré, ce centre est rejeté à l'infini.

Tout pôle principal d'une anallagmatique du quatrième ordre est le sommet d'un cône du second degré dont chaque génératrice est doublement tangente à la surface, et dont la courbe de contact est située sur une sphère concentrique aux surfaces directrices. On conclut aisément de là, que par un point de la surface, on peut mener en général 40 sections circulaires, ou, ce qui revient au même, que les plans doublement tangents à la surface se répartissent suivant les plans tangents à cinq cônes du second degré.

Les courbes d'intersection de la surface et des sphères principales renferment divers points remarquables, parmi lesquels les

ombilics; mais je me borne ici à signaler leur existence, ainsi que celles des lignes d'intersection des sphères principales et des surfaces directrices correspondantes, dont les propriétés rappellent les lignes focales des surfaces du second degré.

Je ferai remarquer, en terminant, qu'à l'aide d'une simple transformation linéaire, il est aisé de déduire des propriétés des anallagmatiques du troisième et du quatrième ordre, un grand nombre de propriétés de la surface générale du troisième degré et des surfaces du quatrième degré dont deux nappes se croisent suivant une même conique.

Séance du 21 mai.

M. de Caligny présente des remarques sur sa turbine à lames liquides oscillantes et des observations sur le mouvement des ondes.

M. Vulpian communique la suite de ses recherches faites avec M. Pheippeau sur les nerfs de la langue.

Sur une turbine à lames liquides oscillantes; sur le mouvement des ondes; par M. A. de Caligny.

La turbine à lames liquides oscillantes, que M. de Caligny a présentée en novembre dernier et dans laquelle l'eau arrive par dessous comme dans la roue verticale à aubes courbes de M. le général Poncelet, jouit d'une propriété dont celle-ci ne semblait pas en général susceptible. L'eau peut y entrer par plusieurs endroits, au moyen de *conducteurs* fixes d'autant plus nombreux, que le diamètre de la roue est plus grand, toutes choses égales d'ailleurs. Si l'expérience seule peut montrer quel sera le nombre de conducteurs le plus convenable pour chaque diamètre, il est clair que les études déjà faites sur les roues verticales précitées jetteront beaucoup de jour sur cette question, et que plus le diamètre de la turbine sera grand, plus la théorie de cette roue verticale lui sera directement applicable. Il n'est peut-être pas inutile au reste de remarquer que si, dans cette roue verticale, il n'est pas en général tout à fait rigoureux

de considérer l'eau comme sortant tout à fait aussi bas qu'elle est entrée, cela sera rigoureux en général dans la turbine à lames liquides oscillantes, quand l'axe sera bien vertical. Quant au nombre d'aubes qui, dans chaque circonstance, doivent se trouver entre deux conducteurs fixes, les observations, qui ont été ou seront facilement faites sur les roues verticales à aubes courbes, lèveront toute difficulté, sur ce point essentiel à étudier pour diminuer le nombre des turbines dans les circonstances où l'on aura beaucoup d'eau motrice à sa disposition.

— M. de Caligny a eu dernièrement occasion de remarquer, sur la pièce d'eau des Suisses à Versailles, le mouvement de va-et-vient de l'écume des flots qu'il avait observé en mer, et sur lequel il a donné quelques détails l'année dernière. Sans doute ce mouvement est bien plus intéressant à observer en mer, ne pouvant l'être sur d'assez grandes pièces d'eau, que lorsqu'il y a un vent violent qui en modifie les conditions. Mais il est utile à l'avancement de la théorie des ondes de signaler les nombreuses circonstances où les observations peuvent être assez facilement répétées par tout le monde.

Séance du 28 mai.

Réflexions sur les principes de la mécanique et incidemment sur ceux de la philosophie positive, par M. Abel Transon.

Newton, au début du célèbre livre des *Principes de la philosophie naturelle*, énonce trois lois qui depuis lors sont très-justement données pour base à la dynamique, et même pour base à toute la mécanique par ceux des géomètres qui considèrent la théorie de l'équilibre comme relative à un cas particulier du mouvement.

Ces lois sont-elles des conceptions de la raison, ce qui justifierait la qualification de *rationnelle* donnée à la mécanique? ou bien sont-elles des résultats de l'observation et de l'expérience, ce qui éloignerait cette science de la géométrie pour la ranger à la tête des sciences physiques? La solution de ces questions intéresse à la fois l'enseignement particulier de la mécanique et la philosophie générale des sciences.

Mettons premièrement hors de cause la troisième loi, la loi d'égalité entre l'action et la réaction, qui ne peut être considérée que comme une conséquence de l'inertie, puisque si cette égalité n'avait pas lieu, il suffirait de concevoir un lien rigide entre les deux corps agissant l'un sur l'autre pour obtenir un système matériel se mouvant de lui-même dans la direction de la plus grande des deux forces. — De fait, il y a si l'on veut trois lois, mais il n'y a que deux principes. Or, il est aisé de voir que pour le *principe de l'inertie*, comme pour le *principe de l'indépendance des forces*, ni ces principes ne sont accessibles à l'observation, ni vérifiables par l'expérience.

L'observation et l'expérience nous aident à concevoir ces principes à peu près comme les raies et les ronds qu'un professeur de géométrie trace sur le tableau noir aident l'élève à concevoir la ligne droite et le cercle, ces formes élémentaires que l'œil du corps n'a jamais vues.

Que serait-ce, par exemple, que le repos *apparent* d'une bille placée sur un plan horizontal *que le mouvement de la terre emporte*, si on voulait vraiment PROUVER qu'un corps en repos dans l'espace y restera toujours à moins qu'il ne soit actionné par quelque autre corps. Et si la bille a été frappée, qu'est-ce que cette vitesse plus ou moins longtemps conservée, mais qui nécessairement s'éteint après quelques minutes, si on prétend y voir autre chose qu'une simple indication pour nous faire comprendre l'excellente formule de l'inertie donnée par M. Poncelet que « un corps qui se meut actuellement avec une certaine vitesse et dans une certaine direction, conserverait ÉTERNELLEMENT cette direction et cette vitesse si rien ne venait le déranger. »

Voilà pour l'inertie, et on conviendra que quand il s'agit de l'établissement d'une loi en physique il y faut d'autres observations et d'autres expériences.

On en peut dire autant de la manière d'expliquer le principe de l'indépendance des forces par l'exemple d'un vaisseau « s'avançant dans un calme parfait et dans lequel les efforts pour marcher sur le pont dans un sens quelconque ou pour mouvoir les objets sont identiques à ceux qu'on développe sur la terre ferme » — si on voulait fonder sur cet exemple une démonstration, où trouverait-on le vaisseau marchant *en un calme parfait*, et comment pourrait-on constater cette

identité d'efforts qu'on annonce pour toute vitesse et pour toute direction soit du vaisseau, soit du mobile placé sur le pont du vaisseau?

Aussi bien on convient volontiers que ces principes ne sont pas susceptibles d'une démonstration directe. Mais on croit pouvoir leur maintenir un caractère expérimental en annonçant leur *vérification* ultérieure par l'accord des prévisions de la science astronomique avec les observations. Mais à y regarder de près, on s'aperçoit bien vite que les astronomes n'ont jamais cherché cette vérification, et n'ont jamais prétendu la donner.

Au dix-huitième siècle, quand on a trouvé un désaccord entre les observations et le calcul, Euler, Clairaut et d'Alembert ont pu soupçonner que la loi d'attraction en raison inverse du carré des distances pouvait bien n'être pas celle de la nature; ils n'ont pas mis un seul instant en doute les lois de la dynamique. De notre temps, des désaccords analogues ont conduit les géomètres à corriger les éléments du système planétaire ou à reconnaître l'existence de quelque planète jusque-là inobservée, ou même celle de quelqu'anneau d'astéroïdes à jamais peut-être inobservables!.. mais nullement à mettre en question l'inertie de la matière ou l'indépendance des forces.

J'ajoute même qu'il paraît impossible de concevoir aucune circonstance qui puisse jamais donner lieu à la révision de ces deux lois. Car de quoi s'agit-il essentiellement en astronomie, sinon de montrer que les choses se passent comme si les astres étaient sollicités par certaines forces extérieures? Or la mécanique édifiée sur les deux lois précitées donne manifestement, de la manière la plus simple qu'il est possible, la détermination de ces forces. Mettre en question les principes de la science, ce serait donc vouloir expliquer les phénomènes par des causes plus compliquées.

Sans entrer dans des développements pour lesquels l'espace nous manque, constatons d'abord qu'un des principaux arguments qu'on a fait quelquefois valoir pour subordonner l'enseignement de la statique à celui de la dynamique tombe de lui-même. On voulait donner à la première de ces sciences une base expérimentale, mais c'était poursuivre un but illusoire, puisque les principes de la dynamique elle-même sont des *conceptions de la Raison* et non pas des *résultats de l'Expérience*; et d'ailleurs ne laissons pas dire qu'il y ait aucune contradiction à ce

qu'une science toute rationnelle s'applique à la réalité des corps, puisque déjà la géométrie, science éminemment rationnelle, s'applique éminemment à l'étude des corps en général, et particulièrement à la mesure de la *Terre*, qui sans doute n'est pas un être de raison.

Constatons aussi, à l'encontre d'une philosophie qui cite quelquefois à faux le témoignage des sciences exactes, que la méthode n'est pas tout entière dans l'observation des faits. Reconnaissons hautement qu'avec les *faits* il y a les *idées*. L'EXPÉRIENCE nous donne les faits, la RAISON les idées.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS

Séance du 4 juin 1864.

M. Laussedat communique une observation faite par M. Jamin sur un phénomène de mirage qui s'observe presque journellement rue Clovis, et expose la méthode qu'il a employée pour construire la trajectoire du bolide observé récemment à Agen et autres lieux.

M. Pasteur communique à la Société un procédé de dosage de l'acide tartrique applicable à l'étude de la proportion de cet acide contenu dans les vins. Ce procédé repose essentiellement sur l'insolubilité du racémate de chaux dans les liqueurs neutres ou très-faiblement acides, et sur le fait de la combinaison de l'acide tartrique gauche avec l'acide tartrique droit, combinaison qui donne lieu sur-le-champ à l'acide racémique et à du racémate de chaux, s'il existe des sels de chaux en dissolution dans la liqueur. On obtient facilement et rapidement, sans avoir besoin de recourir à des pesées, la proportion d'acide tartrique, à moins de $\frac{1}{100}$ près.

Si l'on applique ce procédé de dosage que M. Pasteur décrira prochainement dans tous ses détails, comparativement avec celui qui a été publié au mois d'août dernier par MM. Berthelot et de Fleurieu, les résultats sont très-différents dans les deux cas. L'erreur commise par l'emploi du procédé de MM. Berthelot et de Fleurieu s'élève ordinairement à 50 p. 100 du poids de l'acide tartrique contenu dans le vin. Les essais ont porté sur des vins rouges de Bourgogne, de Bordeaux et du Jura. C'est avec le vin de Bordeaux que l'erreur a été la plus faible.

MM. Berthelot et de Fleurieu ont publié plus récemment un autre travail dans lequel ils sont arrivés à cette conclusion inattendue que dans la fermentation du moût de raisin, une partie quelquefois considérable des acides libres disparaît. M. Pasteur met en doute l'exactitude de ce résultat. Cependant il fait quelque réserve parce qu'il n'a pu opérer encore que sur des petites quantités de moût de raisin conservé depuis la dernière récolte. Il a toujours reconnu qu'il y avait accroissement et non diminution de l'acidité.

Sur les lignes d'ombres d'un hélicoïde quelconque, par
M. Bour.

On sait comment les considérations cinématiques font connaître les tangentes aux courbes définies géométriquement; il existe des applications du même ordre à la géométrie des surfaces, en voici un exemple :

Lignes d'ombre d'un hélicoïde quelconque. Soit O l'axe de l'hélicoïde, G la direction des rayons de lumière; prenons un plan horizontal de projection perpendiculaire à l'axe O, et un plan vertical parallèle au rayon G.

Le mouvement de la courbe qui décrit l'hélicoïde peut toujours être décomposé en une rotation autour d'un axe parallèle à l'axe O et une translation dans la direction de G.

Soit S l'axe de la nouvelle rotation; il résulte, des principes de la cinématique, que le point qui projette cet axe est sur la perpendiculaire abaissée de O sur la projection de G, et à une distance du point O égale à

$$\frac{h \cot \theta}{2\pi},$$

θ étant l'inclinaison du rayon de lumière sur l'horizon, et h le pas de l'hélicoïde. Ce pas est négatif dans le cas d'un hélicoïde dextrorsum.

Cela posé, cherchons les points de la ligne d'ombre, qui sont situés sur une hélice donnée.

Soit i l'inclinaison sur le plan horizontal du plan tangent à l'hélicoïde en un point de l'hélice proposée. Cette inclinaison se détermine d'après la nature de la génératrice de la surface dont on s'occupe. Quelle que soit cette génératrice, les points de la ligne d'ombre s'obtiennent toujours comme si la surface était de

révolution autour de l'axe S. En effet, ayant déterminé dans cette hypothèse les points où le plan tangent est parallèle au rayon G, il est clair qu'on n'altère en rien cette propriété en restituant à la génératrice de la surface son mouvement de translation dans la direction de ce même rayon G.

En appliquant la construction ordinaire qui donne sur une surface de révolution les points de la ligne d'ombre qui correspondent à une inclinaison i du plan tangent, on trouve que ces points se projettent horizontalement sur deux lignes qui divergent du point S; chacune de ces droites rencontre le cercle, projection horizontale de l'hélice considérée en un point qui répond à la question. Il est remarquable que la position du point S soit indépendante de la génératrice de la surface.

M. Mannheim montre, à l'aide de la méthode des enveloppées circonscrites, comment on arrive géométriquement aux constructions déduites si élégamment par M. Bour de considérations cinématiques. L'enveloppée est dans ce cas un hélicoïde développable qui se raccorde avec la surface donnée tout le long de l'hélice que l'on considère.

A cette occasion, M. Mannheim signale de nouveau à la Société l'ouvrage de M. Lamarle : *Exposé géométrique du calcul différentiel et intégral*, qui a pour point de départ les principes généraux de la cinématique.

Sur un monstre double autositaire de la famille des Monosomiens
(Isid. Geoffroy-Saint-Hilaire), par M. Paul Bert.

On montrait l'année dernière, à Paris, un animal monstrueux extrêmement remarquable, et dont la description mérite d'être donnée en détail.

C'est une Génisse de 45 mois environ, vivante, bien portante, et de développement moyen. Le corps, parfaitement conformé, porte une tête normale dans sa partie postérieure, mais dont la face présente des anomalies nombreuses que je vais d'abord me contenter de décrire, en dehors de toute idée d'interprétation.

Les régions postérieures, ai-je dit, crâne, yeux, oreilles, cornes, sont normales : mais au devant des cornes, le crâne se

prolonge à peu près horizontalement, puis se termine par une arête brusque, une saillie transversale surplombante, de laquelle partent deux cornes divergentes, presque horizontalement dirigées. Ces cornes se rejoignent à leur base sur la ligne médiane, et sont plus développées que les cornes postérieures.

Au-dessous de l'éminence sur laquelle elles sont implantées se voit une masse charnue, cylindrique, longue de 7 ou 8 centimètres, revêtue de poils, en tous points semblable à la trompe des monstres *rhinocéphales*. Cette excroissance, libre partout, sinon par sa base, repose dans une cavité située au milieu de la face, à la hauteur environ des deux yeux normaux. Sur les talus latéraux qui déterminent cette excavation, on aperçoit, en face l'un de l'autre, l'apparence de deux yeux fermés; ce sont bien des paupières soudées et armées de longs cils, mais le doigt cherche en vain sous elles les globes oculaires.

Le plancher de cet enfoncement s'avance de quelques centimètres, et au-dessous de son bord antérieur apparaît une surface trilobée, tapissée d'une muqueuse semblable à celle qui revêt le mufle des Ruminants. C'est le mufle en effet, mais élargi, obliquement dirigé de haut en bas et d'arrière en avant, et qui, au lieu de terminer la face, est en retard sur la mâchoire supérieure qui prolonge son inclinaison. Dans ce mufle énorme, hideux, s'ouvrent trois orifices : l'un, médian, situé sous la trompe, est un véritable gouffre formé évidemment par la réunion de deux cavités nasales; les deux autres, latéraux, sont des narines à peu près normales. C'est par ceux-ci que passe la presque totalité de l'air inspiré et expiré par l'animal; il en entre, il en sort un peu par l'orifice médian, mais si peu qu'aucun courant appréciable n'en est le résultat.

La mâchoire supérieure est camarade, dépassée considérablement par l'inférieure. Elle ne présente du reste aucune anomalie importante, non plus que l'inférieure; seulement sur la ligne médiane, immédiatement arrière de la symphyse du menton, une ouverture ovale donne dans une cavité tapissée d'une muqueuse analogue à la muqueuse buccale, et qui se termine en un canal sous-cutané de la longueur du doigt.

Toutes les parties de cette face complexe sont ainsi disposées, que la base des cornes antérieures les domine verticalement presque toutes, ce qui donne au profil de la tête presque l'apparence d'un carré.

Si j'ai réussi à rendre suffisamment claire une description toujours difficile en l'absence de figures, le lecteur doit s'imaginer l'aspect étrange et sauvage de cette tête dont la face montre successivement : en haut, les deux cornes antérieures, dirigées sur le côté et en avant ; au-dessous, l'excavation du fond de laquelle part la trompe, avec les vestiges oculaires situés assez près de la base de cette trompe ; plus bas encore, le vaste trèfle muqueux, et ses trois orifices béants, dont les deux latéraux sont incessamment lubrifiés par la langue de l'animal ; enfin, la mâchoire inférieure, avançant comme chez les Chiens carlins, et montrant ses dents incisives presque à nu.

Il y a donc, en somme, de surajouté à la tête : deux cornes reposant sur une base osseuse dont la composition anatomique est inconnue, deux yeux avortés dans une cavité orbitaire unique, une trompe représentant évidemment un nez, et deux fosses nasales réunies en une seule sur la ligne médiane. J'en finirai avec la description en disant que toutes ces parties ne sont pas exactement disposées d'une manière symétrique par rapport au plan médian de l'animal, mais qu'elles sont un peu déjetées à gauche ; en sorte que le faux œil du côté gauche est ordinairement caché par la trompe, et que celui du côté droit est profondément enfoncé dans leur cavité commune.

Les parties plus profondes, inaccessibles à la vue et au toucher, sont-elles le siège de quelque anomalie ? Il est incontestable d'abord que la grande excavation nasale communique avec la bouche ; mais cette communication se fait très-probablement par l'intermédiaire des orifices ordinaires ; au moins la voix de l'animal est pure, et ne dénote en rien quelque ouverture anormale de la voûte palatine. A la base de la langue, on sent comme un tubercule que le gardien du monstre prétend être une seconde langue avortée ; mais je suis loin de me porter garant de cette allégation.

Tel est cet animal étrange ; il me reste à interpréter les faits que je viens de décrire, et à chercher la place qui revient à ce monstre dans la classification tératologique.

La première idée qui se présente à l'esprit est celle-ci, que ces cornes, ce nez et ces yeux avortés, ces fosses nasales confondues en une seule, constituent un être parasitaire accolé sur la face du sujet autosite, et réduit lui-même à une face incomplète et une portion de crâne. Mais un examen plus approfondi

ne me semble pas permettre de s'arrêter à cette interprétation. Et si je la repousse, ce n'est pas seulement parce qu'elle n'est en rapport avec aucun ordre des faits tératologiques connus, car je crois que la tératologie nous tient bien des surprises en réserve; ce n'est pas seulement parce que notre monstre ne trouverait nulle part sa place dans les cadres de la classification actuelle, car ces cadres sont de toutes parts débordés; c'est parce que j'ai assisté à la démonstration, pour ainsi dire, de l'explication que je vais proposer, et qui du reste s'harmonise bien mieux avec tout ce que nous savons en tératologie.

A mes yeux ce monstre est un monstre double de la classe des monstres autositaires, de la famille des Monosomiens, c'est-à-dire qu'il me paraît formé de la réunion de deux individus égaux, entièrement confondus en un seul jusqu'à la face, où se manifeste seulement la dualité composante. Dans cette interprétation, la corne postérieure et la corne antérieure du côté gauche seraient les cornes de l'individu de gauche, celles de droite les cornes de l'individu de droite; l'œil normal de gauche et le vestige oculaire de gauche appartiendraient à l'individu de gauche, ceux de droite à l'individu de droite, et de même pour les fosses nasales, la moitié du grand orifice médian appartenant à chacun des individus composants. Il n'y aurait donc pas eu seulement accollement des deux têtes, mais comme une sorte d'aplatissement qui aurait porté en avant les parties situées du côté de la ligne médiane. Il va sans dire que j'emploie cette forme de langage d'une façon purement descriptive, car, en théorie, je crois profondément à la monstruosité primitive, en dehors de toutes circonstances postérieures à la fécondation.

Que l'on se reporte aux trois genres établis par Is.-Geoff.-Saint-Hilaire dans la famille des Monosomiens; on verra successivement l'Atlodyme présenter sur son corps unique deux têtes séparées, mais contiguës; ces deux têtes se réunissent en arrière chez l'Iniodyme; et enfin, chez l'Opodyme, une tête unique ou en apparence unique est terminée par deux faces distinctes à partir de la région oculaire. Mais chez les Opodymes les plus fusionnés dont on ait donné la description, les deux mâchoires inférieures existaient — accolées, il est vrai, sur la ligne médiane, — et aussi les deux mâchoires supérieures, plus distinctes encore l'une de l'autre. Au reste, les régions supérieures de la face présentaient des dispositions fort analogues à celles

que présentent si fréquemment les monstres cyclocéphaliens.

Il faut donc, pour se rendre un compte exact du mode de constitution de notre monstre, faire un pas de plus, et confondre les deux bouches d'un Opodyme en une bouche commune, en faisant disparaître les branches internes des deux mâchoires, et en réunissant leurs branches externes, réunion anormale dont la petite fente de la lèvre inférieure semble montrer l'imperfection.

La fusion des deux êtres est donc complète pour le corps, complète pour les parties postérieures et inférieures du crâne et de la face, incomplète pour les régions oculo-fronto-nasales. Mais ceci n'est que l'expression des apparences extérieures, et l'analyse anatomique fera sans doute découvrir des traces de duplicité dans la composition de la base du crâne et dans celle de l'encéphale. Il sera extrêmement intéressant, entre autres choses, d'étudier soigneusement les nerfs optiques; le mode d'origine, d'entre-croisement, de distribution de ces nerfs, montrera de la manière la plus nette si l'interprétation que je viens de proposer doit être, ou non, acceptée.

J'ai dit que j'avais assisté, en quelque sorte, à la démonstration de cette interprétation. En effet, M. Gerbe a bien voulu me montrer une série de monstres doubles appartenant à la classe des Poissons, et éclos dans l'aquarium du Collège de France, série qui représente toutes les transitions entre ces deux types extrêmes : individus composants absolument distincts, si ce n'est par l'extrémité de la queue, qui leur est commune; individus composants presque entièrement confondus, et ne témoignant de leur existence virtuellement distincte que par quelques anomalies de la face. Dans cette série, j'ai vu certains monstres qui réalisaient exactement, sauf les différences dues aux types zoologiques, les conditions anatomiques du monstre dont je m'occupe ici. J'en ai vu même de bien plus intimement confondus, puisque le seul indice de leur duplicité était un élargissement du museau, et la présence d'un troisième œil sur la ligne médiane, œil double dans certains cas, simple dans d'autres. rudimentaire parfois, enfin, dans un cas, réduit à une simple tache pigmentaire !

Nous arrivons donc, de gradation en gradation, par passages insensibles, à un individu unique et dont rien ne peut faire soupçonner la dualité, qui se forme cependant de deux individus con-

fondus en un seul. On sent assez quel abîme psychologique s'ouvre devant nous, et ce n'est pas ici le lieu d'insister. Mais combien de problèmes curieux pourraient être résolus, si ces Poissons, si même la Vache dont je viens de donner l'histoire, pouvaient nous faire part de leurs sensations, de leurs réflexions, de leurs déterminations volontaires, et peut-être de leurs luttes intérieures ! Constatons seulement que l'observation de leurs faits et gestes ne nous fournit aucune particularité importante, et que cet individu en deux personnes semble se comporter comme un être normal.

Séance du 11 juin 1864.

M. Bert expose la suite de ses recherches sur l'asphyxie, et donne quelques détails sur le rôle des diverses parties de l'aile et de la queue des Oiseaux dans le vol et la station.

M. Berthelot fait la communication suivante :

Dans la dernière séance, M. Pasteur a indiqué un nouveau procédé de dosage de la crème de tartre, et il a fait suivre cette annonce de diverses critiques relatives, les unes à un procédé que nous avons, M. de Fleurieu et moi, signalé, il y a un an, pour arriver au même but, les autres aux faits observés par nous sur les variations d'acidité qui surviennent dans le cours de la fermentation vineuse. C'est à ces critiques que nous voulons répondre aujourd'hui.

Le procédé de M. Pasteur n'étant pas décrit et reposant sur l'emploi de l'acide lévoraémique, substance qui n'existe point ailleurs que dans son laboratoire, échappe pour le moment à la discussion : nous ferons seulement observer qu'il y a des raisons pour croire que ce procédé est rendu fautif par la présence de l'acide malique, c'est-à-dire de l'un des principaux acides du vin. Nous y reviendrons s'il y a lieu.

Quant aux critiques dirigées contre notre procédé, elles nous paraissent peu fondées : M. Pasteur ne connaît notre procédé que fort imparfaitement, et n'a pu le mettre en œuvre dans les conditions convenables. Notre travail, en effet, n'a été publié jusqu'ici que d'une manière incomplète, par suite de circonstances indépendantes de notre volonté. Ceci demande explication.

Il y a près d'un an, nous avons présenté à l'Académie des sciences un travail sous ce titre : *Sur le dosage de la crème de tartre, de l'acide tartrique et de la potasse contenus dans les vins*. Ce travail était divisé en deux parties. Dans la première partie, la seule dont le résumé ait été imprimé, nous avons indiqué le principe de la méthode, c'est-à-dire la précipitation du bitartrate de potasse par un mélange d'alcool et d'éther.

Dans la seconde partie, nous avons exposé la signification véritable de la méthode, au point de la crème de tartre préexistante, et les conditions spéciales dans lesquelles il faut se placer pour doser soit l'acide tartrique, soit la potasse contenus dans les vins.

En effet, le vin n'est point une simple dissolution du bitartrate de potasse dans l'eau alcoolisée. D'une part, il renferme presque toujours soit un excès d'acide tartrique, soit un excès de potasse, sur les proportions équivalentes qui répondent au bitartrate; d'autre part, il contient divers acides, capables de partager la potasse avec l'acide tartrique, et diverses bases, capables de partager l'acide tartrique avec la potasse. En raison de ces circonstances, la crème de tartre précipitée dans le vin par une simple addition du mélange éthéro-alcoolique, peut, suivant la composition du liquide, tantôt contenir la totalité de la potasse et une partie seulement de l'acide tartrique, tantôt la totalité de l'acide tartrique et une partie de la potasse, tantôt même une partie seulement de l'un et de l'autre, ce qui arrivera précisément dans le cas où les deux corps sont en proportion équivalente. Jamais dans les vins que nous avons examinés, le précipité ne renfermait à la fois la totalité de l'acide tartrique et celle de la potasse.

Si donc on veut doser dans un vin l'acide tartrique et la potasse, il faudra deux nouveaux essais, exécutés l'un avec addition d'une certaine proportion d'acide tartrique, l'autre avec addition d'une certaine proportion de potasse convenablement calculée.

Il faut donc trois essais pour chaque vin : l'indication exclusive de la crème de tartre n'offre, dans certains cas, qu'une signification purement relative.

La discussion qui précède et les conditions dans lesquelles on doit se placer pour obtenir des résultats exacts, étaient décrites dans la seconde partie de notre travail, partie présentée à l'Académie des sciences, mais qui n'a pas été imprimée dans les comptes rendus. Nous nous sommes alors bornés à insérer dans le *Bulletin de la Société philomathique* (séance du 8 août 1863, journal *l'Institut*, p. 293), quelques lignes destinées à prévenir la méprise dans laquelle M. Pasteur paraît être tombé.

Ajoutons enfin que nos procédés, étudiés depuis deux années, ont été soumis à l'épreuve de ces nombreuses vérifications analytiques et synthétiques que les chimistes ont coutume de mettre en œuvre dans ces

circonstances et qui sont fondées les unes sur l'étude des mélanges artificiels, les autres sur l'étude du vin lui-même. On pourra en juger dans le mémoire qui sera publié prochainement.

Il nous reste à parler des critiques que M. Pasteur dirige contre notre dernier travail relatif à la diminution de l'acidité pendant le cours de la fermentation vineuse. Cette diminution a été constatée par nous dans des expériences faites en grand, sur les vendanges de M. Thenard d'une part, et sur celles de M. de Fleurieu d'autre part.

Elles reposent, non sur un procédé nouveau, mais sur de simples essais alcalimétriques. Les différences sont telles (Comptes Rendus, premier semestre 1864, p. 724) qu'elles ne sauraient être méconnues par le chimiste le plus inexpérimenté.

Si M. Pasteur a obtenu d'autres résultats, c'est qu'il a opéré, comme il le reconnaît lui-même, sur du moût conservé depuis plusieurs mois et non, comme nous l'avons fait, sur la vendange même, dans les conditions de la fabrication du vin.

Sur le principe d'un nouveau régulateur, par M. de Caligny.

Si, dans un tuyau vertical où oscille une colonne liquide, on dispose une capacité ayant un orifice d'une section convenable à son extrémité inférieure, et un tube convenablement élevé à sa partie supérieure, pour la sortie et la circulation de l'air; quand la colonne liquide montera autour de cette capacité, elle y entrera par l'orifice inférieur dont on vient de parler.

Cette capacité tendra à se soulever; mais si elle en est empêchée, elle se remplira d'eau pendant l'ascension de la colonne liquide autour d'elle, et même au besoin pendant que cette colonne redescendra après avoir produit à son sommet l'effet quelconque auquel elle est destinée, jusqu'à ce que le niveau soit redescendu jusqu'au haut de cette capacité, qui au contraire tendra à se vider à partir de cette époque. Mais alors cette capacité ne se videra, pendant que la colonne liquide achèvera de descendre jusqu'à la limite inférieure de sa course, que dans un temps dépendant de la section de l'orifice inférieur par laquelle l'eau était entrée. C'est-à-dire que, si l'on a besoin de faire agir cette capacité pendant un certain temps au moyen d'une partie du poids de l'eau qu'elle contient, on peut régler la durée de son action au moyen de la section de son orifice inférieur, de manière à la faire convenablement agir, si les choses

sont bien calculées, d'après ce qu'on dira plus loin, pendant la descente de la colonne liquide au-dessous de cette capacité. Lorsqu'ensuite la colonne liquide remontera, cette capacité se remplira de nouveau sans que l'eau tende à la faire agir de haut en bas autrement que cela a été expliqué ci-dessus.

Tel est le principe d'un régulateur, sans addition de pièce mobile, destiné à remplacer le régulateur à échappement d'une espèce particulière, qui a d'ailleurs très-bien fonctionné en présence d'une commission de l'Académie des sciences en 1837, à l'École des mines de Paris, pour une des machines à colonnes liquides oscillantes dans laquelle l'eau sortant d'un bief supérieur peut monter dans un tuyau vertical, verser en partie au sommet, produire ensuite une oscillation en retour vers le bief d'amont, puis achever de vider convenablement le tuyau vertical par une oscillation de décharge descendant au-dessous du niveau du bief d'aval. Pour ne pas répéter ce qui a été présenté sous diverses formes dans *l'Institut*, il suffit d'ajouter à tout ce qui vient d'être rappelé que la communication alternative du tuyau vertical d'ascension avec les tuyaux d'arrivée et de décharge, peut se faire au moyen d'une vanne cylindrique ayant une hauteur plus que double du diamètre de ces tuyaux, en général supposés de même diamètre, dans la plus grande partie de leur longueur.

La capacité alternativement remplie d'eau, ci-dessus décrite, étant attachée à cette vanne cylindrique, on conçoit qu'à l'époque où l'oscillation en retour vers le bief d'amont sera convenablement descendue, cette capacité pourra agir pour faire descendre cette vanne cylindrique, qui remontera ensuite au moyen d'un contre-poids ou d'un flotteur pouvant d'ailleurs être formé en partie par cette vanne cylindrique elle-même au moyen d'une surface concentrique, etc.

On conçoit d'ailleurs que, pour la précision des mouvements, il sera en général utile que la course de la vanne cylindrique soit retenue à ses deux limites par des crochets à ressort, qui comme on le sait par expérience pour une ancienne machine à vapeur, ne cèdent qu'avec une extrême précision, aux instants voulus, quand des pressions variables atteignent les valeurs auxquelles on veut qu'ils cèdent instantanément.

— M. de Caligny fait aussi remarquer que sa nouvelle tur-

bine à lames liquides oscillantes, pouvant recevoir l'eau motrice par les conducteurs fixes disposés inférieurement, ces conducteurs peuvent en général être d'autant plus nombreux que le diamètre de la turbine est plus grand, toutes choses égales d'ailleurs, c'est-à-dire qu'on peut débiter d'autant plus d'eau motrice, avec une seule turbine de ce système, que le diamètre de la turbine est plus grand, si l'on admet que, dans des limites assez étendues, la vitesse de chaque aube la plus convenable au maximum d'effet, dépend principalement de la hauteur de la chute motrice.

Sur le point de vaporisation des liquides, par M. Wolf.

Le point de fusion d'un corps présente les caractères les plus précis : c'est la température au-dessus de laquelle le corps est forcément liquide, au-dessous de laquelle il ne peut être liquide. L'influence de la pression est en général très-faible.

La conversion d'un liquide en vapeur est loin de présenter des caractères aussi nets. On a longtemps considéré comme point de vaporisation ce qu'on appelait aussi point d'ébullition, la température à laquelle la tension de la vapeur fait équilibre à la pression supportée. Mais l'étude de ce phénomène fait voir qu'il ne peut en rien être considéré comme caractéristique de la nature des corps.

Outre la pression, plusieurs circonstances étrangères au liquide lui-même, nature du vase, présence d'un gaz dissous, etc., ont une influence notable sur la température d'ébullition. Et il n'est plus permis de considérer l'ébullition autrement que comme une évaporation, ou réduction en vapeur à la surface, se produisant dans des circonstances anormales.

Le but de cette note est de montrer qu'il existe, pour les liquides non décomposés par la chaleur, un point de vaporisation présentant les mêmes caractères que le point de fusion, c'est-à-dire une température, presque indépendante de la pression, au-dessous de laquelle le corps peut être en vapeur, mais au-dessus de laquelle il est nécessairement gazeux.

Considérons une masse liquide parfaitement homogène et

complètement isolée dans l'espace. Si on la chauffe de manière qu'à chaque instant tous ses points soient rigoureusement à la même température, une évaporation plus ou moins rapide se produira à la surface, et il est clair que jamais aucune bulle de vapeur ne se formera à l'intérieur. Mais il arrivera une température à laquelle la cohésion moléculaire qui diminue sans cesse sera vaincue par la force répulsive due à la chaleur : à cet instant, la masse liquide se réduira tout entière en vapeur par explosion.

Il est impossible qu'au-dessus de cette température, le corps conserve l'état liquide, et l'influence de la pression ne peut être que très-faible, puisqu'elle n'agit qu'en tant qu'elle fait varier le volume du liquide lui-même.

Cette température limite présente donc les deux caractères essentiels qui permettent de l'appeler point de vaporisation du liquide.

Si l'on supposait le liquide remplissant un vase clos dont la dilatation fût à chaque instant égale à celle du fluide, la conversion en vapeur aurait lieu sans changement de volume, par conséquent sans production de travail, et à la même température que dans le cas précédent.

Est-il possible d'atteindre expérimentalement cette température ? Les expériences de MM. Donny, Grove et particulièrement de M. Dufour, ont fait voir qu'à mesure qu'on se rapproche des conditions d'homogénéité que j'ai indiquées, la température d'ébullition s'élève et peut atteindre pour l'eau plus de 200°. Cependant, même dans les si curieuses expériences de M. Dufour, qui s'en rapprochent le plus, les conditions d'homogénéité ne peuvent être remplies d'une manière parfaite, et une évaporation a lieu sur toute la surface, qui trouble le liquide en le soulevant. Aussi ces observateurs n'ont-ils réussi qu'à produire un retard plus ou moins considérable dans le phénomène anormal de l'ébullition.

J'ai pensé que le seul moyen à employer était de contre-balancer les effets du gaz dissous et des autres causes perturbatrices par l'action de la pression de la propre vapeur du liquide, cette pression ne devant avoir qu'un effet presque insensible sur le phénomène ; en un mot, j'ai eu recours à la vaporisation en vase clos par la méthode de Cagniard-Latour. Les expériences de ce physicien n'ont guère obtenu jusqu'ici qu'un succès de curio-

sité : elles me semblent au contraire contenir le germe de toute une théorie de la véritable vaporisation.

L'éther sulfurique enfermé dans un tube de verre à parois distantes se vaporise complètement à la température de 200° environ : tel est le résultat des expériences de Cagniard-Latour, de M. Drion et des miennes. De ce fait, observé dans des circonstances nécessairement différentes, on peut déjà conclure que, quel que soit le rapport du volume du vase au volume du liquide, la conversion a toujours lieu à la même température. Mais les différences possibles des thermomètres employés nécessitaient une nouvelle vérification.

Je l'ai faite sur deux tubes contenant l'un près de la moitié, l'autre un peu moins que le tiers de son volume d'éther. Chauffés avec toutes les précautions nécessaires dans un bain d'huile d'olive, ces deux tubes montrent sensiblement au même instant le phénomène de la vaporisation totale. Je dis sensiblement : car il est difficile de saisir le moment où la conversion complète a lieu, l'indice de réfraction du liquide ne différant presque pas de celui de la vapeur. Mais si, dès que les tubes offrent complètement le même aspect dans tous leurs points, on éteint la lampe à gaz, la température s'abaisse très-lentement, si lentement, que, dans mes expériences, la condensation n'avait lieu qu'après 20 minutes environ.

On voit alors apparaître subitement un nuage opaque qui se résout en une pluie de gouttelettes et reproduit le liquide. Or, dans les deux tubes, l'apparition n'a été séparée que par un intervalle de 20 secondes environ, correspondant à un abaissement de température presque insignifiant (1).

Si l'on observe que, dans les deux tubes, les quantités de vapeur étaient entre elles dans un rapport plus grand que celui de

(1) J'ai profité de ces expériences faites dans d'excellentes conditions d'uniformité de température pour vérifier le fait que j'avais avancé en 1856, à savoir que la surface du ménisque, d'abord concave, devient peu à peu complètement plane, puis convexe. Ce dernier point a été contesté par M. Drion : je l'ai trouvé parfaitement exact. La faible différence des indices de réfraction du liquide et du gaz peut faire croire que la surface de séparation n'existe plus, lorsqu'elle est encore très-nette. Il faut, pour l'apercevoir, éclairer convenablement le tube et de diverses manières.

4 à 3, on pourra conclure de cette simultanéité presque complète des condensations : qu'il existe pour l'éther une température fixe, presque indépendante de la pression, au delà de laquelle ce corps ne peut plus exister à l'état liquide. C'est là le point de vaporisation.

L'étude des propriétés de cette vapeur à des températures où elle ne peut redevenir liquide, me paraît devoir offrir un grand intérêt, et, malgré ses difficultés, elle n'est pas impossible. Quelle sera la force élastique, quel sera l'indice de réfraction d'un gaz parfait, amené peut être par la compression à occuper un volume moindre que celui du liquide qui l'a formé?

J'indiquerai seulement aujourd'hui une conséquence importante relative à la liquéfaction des gaz. S'il existe une température au-dessus de laquelle le corps ne peut plus exister à l'état liquide, il est bien clair que ce n'est pas par la compression qu'on doit chercher à liquéfier l'hydrogène par exemple, qui peut-être est à la température ordinaire au-dessus de son point de vaporisation. La pression ne serait ici qu'une force insignifiante, il faut avoir recours à des abaissements considérables de température.

Notes pour servir à l'histoire de l'asphyxie, par M. Paul Bert.

(Voir pour les précédentes, *Bulletins*, p. 10 et 47.)

5° *Asphyxie dans une atmosphère confinée des Vertébrés à respiration aérienne.* — Lorsqu'on maintient un animal dans une atmosphère confinée, il y meurt après avoir absorbé une grande partie de l'oxygène et exhalé une quantité toujours un peu moindre d'acide carbonique. On s'est préoccupé depuis Lavoisier de rechercher à quelle composition centésimale de l'air correspond la mort de l'animal et quelle est la proportion *minimum* d'oxygène compatible avec la vie. Il m'a semblé, d'après un grand nombre d'expériences dont je vais rapporter quelques résultats, que les évaluations des auteurs étaient en général trop élevées quant à cette proportion d'oxygène. Dans ces dernières années, les recherches de W. Müller et de Valentin ont en partie rectifié les idées reçues à ce sujet; mais elles ne me paraissent pas avoir enlevé tout intérêt aux faits

qui vont suivre. Je dois prévenir que, dans toutes mes expériences, les animaux ont été placés sous des cloches, en pleine liberté, sur le mercure ou sur l'eau, selon les nécessités de l'expérience; j'ai apporté tous mes soins à ce qu'ils fussent autant que possible à l'aise et à l'abri des circonstances qui auraient pu hâter leur mort : froid, etc...

Pour les animaux dits à sang chaud, la mort ne survient dans l'air confiné que lorsque la proportion d'oxygène est descendue au-dessous de 4 ou 5 centièmes. Les Oiseaux se comportent comme les Mammifères, en ce sens que la limite supérieure paraît être la même dans les deux groupes. J'ai vu, en effet, des Chats, des Hérissons et aussi des Pigeons, des Moineaux, des Chevaliers, laisser dans l'air où ils mouraient 3, 4 et quelquefois 5 p. 100 d'oxygène. Mais dans d'autres circonstances, et sous d'autres conditions pour la plupart encore inconnues, quelques individus de ces mêmes espèces sont arrivés à un épuisement plus considérable.

Cependant la limite inférieure n'a jamais été, pour les Oiseaux, moindre de 2 p. 100, tandis que, pour certains Mammifères, elle est descendue beaucoup plus bas. Ce sont les Lapins et surtout les Rats et les Souris qui m'ont présenté les chiffres les plus remarquables; il m'est arrivé fréquemment de voir des Rats résister à la mort jusqu'à ce que leur atmosphère ne contient plus que 1, que 0,8 et même dans un cas que 0,25 p. 100 d'oxygène.

Les Vertébrés à respiration aérienne autres que les Mammifères et les Oiseaux, à savoir les Reptiles et les Batraciens, fournissent, comme on doit bien s'y attendre, des résultats fort différents selon l'époque de l'année où on les observe et selon la température. Ces deux éléments du problème, dont W. Edwards a autrefois montré l'importance, ont été confondus dans mes expériences : les unes ont été faites en hiver et au froid, les autres en été et au chaud.

Or, tandis que, dans le premier cas, ces animaux épuisent presque complètement — comme on le sait depuis longtemps — l'oxygène, à ce point de pouvoir, selon la comparaison de Vauquelin, être assimilés à des bâtons de phosphore propres à l'analyse de l'air; dans le second cas, au contraire, ils présentent à la privation d'oxygène une susceptibilité au moins égale à celle des animaux à sang chaud; j'en ai même vu mourir dans

des atmosphères qui auraient été incontestablement très-suffisantes à entretenir sans souffrance apparente la vie de Rats ou de Lapins. Il va sans dire que dans ces conditions leur mort est infiniment plus rapide, toutes choses égales d'ailleurs, qu'à une basse température, et qu'elle arrive presque aussi vite que celle des Vertébrés dits supérieurs. Ainsi, en août et à 27°, un Lézard gris est mort en 48^h dans 250^{cc} d'air, tandis que pendant novembre et décembre, à 10°, un Lézard des souches a mis soixante-dix jours pour mourir dans 775^{cc}.

Les conditions remarquables à tant d'égards dans lesquelles se trouvent certains Mammifères et certains Oiseaux nouveaux et qui les rapprochent à un tel degré des Reptiles m'ont déterminé à expérimenter sur eux. Le seul résultat constant qu'ils m'aient offert est relatif à la durée de leur résistance à l'asphyxie, beaucoup plus grande, eu égard au volume de l'air employé, que celle des animaux adultes. Mais quant à la composition de l'air devenu mortel, elle a notablement varié; et cela s'explique aisément, car si ces jeunes animaux peuvent s'abaisser au rang d'animaux à sang froid, ce n'est que sous des influences morbides et bientôt mortelles, sans pouvoir s'arrêter à cet équilibre de faible échange qui caractérise les véritables animaux à sang froid soumis à une basse température.

Fort étonné de la quantité relativement grande d'oxygène que les Reptiles laissent pendant l'été dans l'air devenu irrespirable pour eux, j'ai cherché ce qu'il adviendrait si on faisait mourir ces animaux dans une atmosphère très-riche en oxygène. Les plongeant alors dans de l'air qui contenait jusqu'à 60 ou 80 p. 100 de ce gaz et 40 ou 20 p. 100 d'azote, j'ai vu que la mort survenait lorsque la proportion d'acide carbonique formé s'élevait à 15 ou 17 centièmes. En faisant alors une semblable série d'expériences sur des animaux à sang chaud, j'ai constaté que ceux-ci vivaient encore parfaitement dans cette atmosphère devenue mortelle pour les Reptiles et les Batraciens, et que l'animal ne mourait qu'après avoir formé et expiré de 25 à 30 centièmes d'acide carbonique. J'ai même cru remarquer que la proportion mortelle, si l'on peut ainsi dire, de ce gaz, variait dans des limites assez étroites par rapport à chacune des espèces animales sur lesquelles j'ai fait expérience. Ainsi, pour les Rats et les Souris, elle était ordinairement de 25 p. 100, descendant rarement au-dessous de 23, s'élevant rarement au-dessus de 27;

pour les Chats et les Chiens, elle oscillait très-peu autour de 30; de même pour les Oiseaux (Pigeons, Chevaliers, Moineaux); enfin les Lapins succombaient plus tard et l'un de ces animaux a laissé après la mort un gaz riche de 43 p. 100 d'acide carbonique.

Cette susceptibilité des animaux à sang froid pour l'acide carbonique explique en partie pourquoi ils épuisent beaucoup moins que les animaux à sang chaud l'oxygène de l'air où on les confine. On pourra remarquer qu'elle est en rapport avec la théorie généralement admise qui considère l'acide carbonique comme simplement dissous dans le sang; mais je veux me garder, dans ces notes préliminaires, de toucher en rien aux idées théoriques, dont le développement devra venir plus tard et comme conséquence des faits préalablement consignés. J'appellerai seulement l'attention sur deux corollaires des résultats mentionnés en dernier lieu.

Certains paléontologistes, considérant que les Reptiles semblent être apparus à la surface de la terre avant les Oiseaux et les Mammifères, ont cru pouvoir rapporter ce fait à la présence dans l'air d'une plus grande quantité d'acide carbonique, compatible seulement avec la vie d'animaux à respiration peu active. En admettant comme définitivement démontrée cette antériorité des Reptiles, il est évident qu'il ne faudrait pas l'attribuer à la cause invoquée, puisqu'une quantité d'acide carbonique mortelle pour eux paraît à peine gêner la respiration d'un animal à sang chaud.

Le chiffre élevé auquel peut atteindre la proportion d'acide carbonique d'une atmosphère suroxygénée avant de tuer le Mammifère qui y est renfermé, montre que, dans l'asphyxie par l'air ordinaire confiné, la mort survient à cause de la disparition de l'oxygène, et que l'influence de l'acide carbonique produit, qui ne paraît guère dépasser 15 ou 17 centièmes, y est pour peu de chose. Nous allons voir, en effet, que la richesse initiale de l'atmosphère en oxygène ne paraît guère influencer sur la richesse terminale en acide carbonique, pourvu toutefois que le premier de ces chiffres soit quelque peu supérieur au second.

J'ai fait périr dans une atmosphère suroxygénée de jeunes Mammifères nouveau-nés (Rats, Chats); ils se sont conduits comme les animaux adultes de leur espèce. Il va sans dire que, pour ces expériences comme pour celles qui ont été rapportées

ci-dessus, j'ai entretenu autour de ces jeunes animaux une température suffisante pour les préserver d'un refroidissement extérieur rapidement mortel.

J'ai signalé plus haut la grande importance de la température pour la composition de l'air dans lequel on laisse mourir les animaux à sang froid. J'ai dû me préoccuper de cette condition pour le cas d'une atmosphère suroxygénée; or ici son influence a paru réduite à néant, et quelque température qu'il fit, à quelque époque de l'année que j'aie expérimenté, j'ai toujours vu la mort des Reptiles et des Batraciens survenir avec une semblable proportion d'acide carbonique produit, ou plutôt les variations de cette proportion n'ont été aucunement en rapport avec les variations dans la température. Mais, comme on doit le deviner, le temps mis à former la proportion fixe d'acide carbonique était d'autant plus considérable que le thermomètre baissait davantage.

On aurait pu attribuer *a priori* une certaine importance à la proportion initiale d'oxygène que contient l'atmosphère où l'on plonge un animal; or il n'en est rien. Pourvu que cette quantité excède de quelques centièmes la proportion d'acide carbonique mortelle pour cet animal, il meurt lorsqu'est atteinte ladite proportion; ou quand celle-ci varie, c'est sans nulle relation avec la proportion initiale ou terminale du gaz vivifiant.

Sans changer davantage cette proportion à peu près fixe d'acide carbonique, j'ai pu enrichir successivement d'oxygène l'atmosphère où se trouvait renfermé l'animal, au lieu d'introduire immédiatement celui-ci dans un milieu très-oxygéné.

Enfin ce chiffre de l'acide carbonique n'a pas varié notablement quand j'ai remplacé dans la constitution de l'atmosphère suroxygénée l'azote par l'hydrogène. Bien plus, cette atmosphère n'étant composée que d'oxygène et d'acide carbonique, contenant, par exemple, 90 p. 100 d'oxygène et 10 p. 100 d'acide carbonique, j'ai vu la proportion de ce dernier monter à sa valeur habituelle.

J'ai dû me préoccuper de l'influence que pouvait exercer sur la composition d'une atmosphère devenue mortelle, quelque fût sa composition primitive, la capacité de cette atmosphère. Mais je ne suis arrivé encore à aucun résultat concluant, et les faits desquels les auteurs allemands ont cru pouvoir conclure que plus l'atmosphère est grande, moins son oxygène peut être

épuisé, ne me semblent pas à l'abri de toute critique. Je reviendrai, du reste, sur ce sujet dans la suite de ces notes sur l'asphyxie. Ainsi ferai-je encore pour l'influence des changements considérables dans la pression atmosphérique, influence qu'il sera bon d'étudier au point de vue de l'état où se trouvent les gaz dans le sang.

Je terminerai cette note par une petite remarque : lorsqu'on introduit dans un gaz irrespirable (azote, hydrogène) un Oiseau qu'on y fait périr, il est indispensable, si l'on veut supputer le temps qu'il met à y mourir, de tenir compte de la capacité du vase où ce gaz est contenu. Par exemple, un Moineau placé dans 125^{cc} d'azote, y périt en 60^s en moyenne, tandis que dans 2250^{cc} du même gaz, la durée de sa résistance s'abaisse à 30^s et même à 20^s. Cette différence s'explique évidemment par ceci : que la quantité d'air contenue dans les cellules pulmonaires de l'Oiseau forme une proportion non négligeable dans les 125^{cc} de gaz et peut conserver la vie pendant quelques instants, tandis qu'elle se perd, pour ainsi dire, dans la grande masse des 2250^{cc}.

6° *Respiration cutanée des Batraciens dans l'eau aérée.* — C'est un fait généralement admis depuis les travaux de W. Edwards que les Batraciens sont aptes à respirer par la peau l'air dissous dans l'eau, en d'autres termes que leur peau se comporte comme une branchie. Cependant cet auteur n'avait pas appuyé cette idée, — tout à fait en rapport, du reste, avec les enseignements de la physiologie comparée, — sur la seule preuve qui soit irréfutable ; je veux parler de l'analyse des gaz de l'eau avant l'immersion de l'animal et après sa mort par asphyxie. J'ai cru bien faire de combler cette petite lacune, et le résultat de l'expérience a été tel qu'il devait être : l'air dissous dans l'eau, au début de l'expérience, contenait 26 p. 100 d'oxygène ; lorsqu'une Grenouille qui avait été plongée dans cette eau fut morte, on ne trouva plus que des traces d'oxygène à peine capables de colorer le pyrogallate de potasse.

Séance du 18 juin 1864.

M. Vulpian est nommé président pour le deuxième semestre de 1864.

M. Haton de la Goupillière expose une méthode pour trouver des procédés de transformation en géométrie et en mécanique.

M. Cloëz communique les résultats qu'il a obtenus en soumettant à l'analyse un fragment du bolide d'Orgueil.

Après la lecture de la note présentée par M. Berthelot, dans la séance du 11, M. Pasteur ajoute : « J'affirme que le procédé de dosage qui a » été décrit avec détails aux comptes rendus de l'Académie (séance du » 17 août 1863) p. 393 et p. 394 du tome LVII, par M. Berthelot, donne » souvent 60 à 70 p. 100 d'erreur. »

M. Berthelot répond à la nouvelle note de M. Pasteur en faisant observer que : « Les affirmations réitérées de M. Pasteur reposent sur » une erreur, comme j'ai eu l'honneur de l'expliquer à la Société. Je » crois inutile de revenir sur ces explications, imprimées aux *Bulletins*, » et de prolonger la discussion. »

Les trois communications suivantes ont été faites dans cette séance par M. Vulpian :

I. *Expériences ayant pour but de rechercher quelle est la partie des centres nerveux qui préside aux phénomènes de l'émotion.*

Parmi les animaux chez lesquels on peut observer facilement des phénomènes émotionnels, les Surmulots et les Rats sont tout à fait au premier rang. Il suffit de produire des bruits soudains, aigus ou stridents, pour déterminer chez ces animaux un brusque tressaillement, un sursaut plus ou moins violent de tout le corps.

Or, si l'on enlève sur un de ces animaux, sur un Rat, par exemple, non-seulement les hémisphères proprement dits, mais encore les couches optiques et les corps striés, on peut encore, à l'aide des mêmes bruits, provoquer des sursauts du même genre qu'on avait constatés avant l'opération : ces sursauts sont aussi brusques, mais leur violence diminue en proportion de l'affaiblissement de l'animal.

Les phénomènes émotionnels paraissent avoir leur lieu d'origine dans l'isthme de l'encéphale et principalement dans la protubérance annulaire.

II. *Sur la différence entre les Grenouilles rousses et les Grenouilles vertes, sous le rapport des effets produits par les substances toxiques, et spécialement par les poisons du cœur.*

Dans son mémoire remarquable intitulé : *Recherches expérimentales sur l'influence excitatrice de la lumière, du froid et de la chaleur sur l'iris, dans les cinq classes d'animaux vertébrés* (1), M. Brown-Séguard dit avoir constaté une différence très-grande entre les Grenouilles rousses (*Rana temporaria*) et les Grenouilles vertes (*Rana viridis*), sous le rapport de l'influence que la lumière exerce sur l'iris des unes et des autres. « Chez les » Grenouilles rousses, dit-il, le resserrement et la dilatation de » la pupille paraissent être un peu plus prompts et plus étendus » que chez les autres Batraciens (2). » — « L'iris des yeux ex- » traits de l'orbite depuis trois ou quatre jours, chez des An- » guilles ou des Grenouilles rousses, en hiver, est encore ca- » pable de se contracter quand on l'expose à la lumière d'une » bougie ou aux rayons solaires. »

Cette différence qui se montre ainsi entre les Grenouilles rousses et les Grenouilles vertes, sous le rapport de l'excitabilité de l'iris, se retrouve non moins frappante lorsque l'on compare ces deux espèces sous d'autres rapports.

En 1855, lorsque je publiai une note relative à l'action de la digitaline sur les Grenouilles, je décrivis les effets que j'avais observés dans une première série d'expériences. J'avais vu, chez les Grenouilles de cette série, les mouvements du cœur s'arrêter complètement, après avoir présenté une succession de phénomène toujours semblables, à très-peu de chose près. Chez d'autres Grenouilles que je soumis à l'action de la même substance, les effets furent constamment moins prompts et moins prononcés. J'eus même de la peine souvent à obtenir l'arrêt complet des mouvements du cœur. J'attribuai alors cette différence à ce que les Grenouilles de la première série étaient émaciées, affaiblies par un long jeûne, tandis que celles de la seconde série étaient au contraire récemment recueillies et vigoureuses.

(1) *Journal de la Physiologie de l'homme et des animaux*, t. II, 1859, p. 281 et suiv.

(2) *Loc. cit.*, p. 284.

Assurément ces circonstances ont dû être pour quelque chose dans la dissemblance des résultats. Mais, d'après ce que j'ai vu depuis, je crois pouvoir affirmer que la principale des causes qui ont fait varier ces résultats doit être attribuée à ce que les Grenouilles de la première série étaient des *Grenouilles rousses*, tandis que celles de la seconde étaient des *Grenouilles vertes*.

La digitaline, l'upas antiar, et probablement les autres poisons dits poisons du cœur (parce qu'ils agissent plus rapidement sur le cœur que sur les autres muscles), ont une action beaucoup plus rapide et bien plus nette sur les Grenouilles rousses que sur les Grenouilles vertes. C'est là une considération dont il faut tenir le plus grand compte lorsque l'on fait des expériences sur l'action de ces substances, et il est probable que des différences analogues seraient révélées par un essai comparatif des autres classes de substances toxiques.

III. Mode d'action des poisons dits poisons du cœur sur le cœur des Grenouilles.

Depuis quelque temps, on s'occupe de nouveau de l'action physiologique des substances toxiques qui déterminent l'arrêt des mouvements du cœur, et l'on voit reproduire une opinion que je considère comme un erreur. On prétend que ces substances agissent pour la plupart sur les nerfs vagues, et par un effet analogue à celui qui se présente sous l'influence de la galvanisation de ces nerfs. Or cette manière de voir est tout à fait inexacte, et il est facile de le démontrer.

1° Lorsqu'on galvanise les nerfs vagues d'une Grenouille ou d'un autre animal, le cœur s'arrête, mais en diastole; ses cavités sont dilatées.

Si l'on empoisonne une Grenouille avec la *digitaline* ou l'*upas antiar*, lorsque les mouvements du cœur s'arrêtent, le ventricule est en général resserré, vide.

2° Si l'on empoisonne une Grenouille avec du curare, et si, lorsque les phénomènes de l'empoisonnement sont bien complets, on galvanise les nerfs vagues, il n'y a point d'arrêt du cœur.

Si l'on introduit un poison du cœur sous la peau de la jambe chez une Grenouille empoisonnée complètement par du curare, on voit, ainsi que je l'ai indiqué il y a longtemps, les mouvements du cœur s'arrêter comme chez une Grenouille intacte.

3° Les poisons du cœur agissent sur les muscles, et c'est pour cela qu'ils agissent sur le cœur. Pourquoi agissent-ils si rapidement et surtout si vivement sur le cœur? C'est ce qu'il faut chercher. Ce qui montre qu'ils agissent sur les muscles de la même façon que sur le cœur, c'est que, chez un animal ainsi empoisonné, les divers muscles du corps perdent assez rapidement leur contractilité, et dans un espace de temps de beaucoup moindre que celui après lequel les muscles perdent la leur chez une Grenouille dont on a excisé le cœur.

Sur la morphogénie moléculaire et la cristallogénie,
par M. M.-A. Gaudin.

« Il y a dix ans, j'avais témoigné à M. de Senarmont, le désir de lui exposer ma théorie sur la génération des polyèdres moléculaires, et je voulais lui faire examiner, comme exemple, la molécule d'apophyllite que j'avais construite en relief à cette intention; mais ce célèbre physicien ne voulut pas y consentir, déclarant qu'à son avis il n'y avait pas de rapport entre la forme des molécules et leur cristal, pensant sans doute, comme M. Dana, le minéralogiste américain, que les molécules sont des sphéroïdes ou des ellipsoïdes de révolution. Il ajouta que si mon système était vrai, je devais pouvoir deviner la forme cristalline des corps d'après leur analyse. Il me demanda aussi comment j'expliquerais la formation des prismes rhomboïdaux qui étaient si nombreux dans la classe des minéraux. J'avoue qu'à cette époque je n'étais pas en mesure d'expliquer la formation des prismes rhomboïdaux par les molécules quadrangulaires d'où ils dérivent, et je me promis bien de diriger mes recherches principalement de ce côté, non sans regretter pourtant ce refus de la part d'un homme si éminent, qui du reste, plus tard, m'a donné des preuves de son excellent cœur et de la plus grande bienveillance, lorsqu'il s'est agi de ma production de saphirs artificiels en cristaux isolés limpides.

» Cette question de la génération des prismes rhomboïdaux s'est offerte à moi à l'occasion d'une étude que j'avais entreprise sur la molécule d'épidote précisément parce que le traité de minéralogie qui servait à mes recherches laissait indécises

sa composition et la forme de son cristal ; c'est dire que je prenais alors pour guide la *Minéralogie* de Dufrénoy, où je voyais que dans l'épidote les quantités d'oxygène des monoxydes, de l'alumine et de la silice étaient respectivement 1, 2 et 3, et que le cristal avait pour forme primitive un prisme rectangulaire irrégulier adopté par Haüy.

» En me bornant d'abord à ne considérer que la composition atomique réelle de la molécule, je faisais le raisonnement suivant : il faut de toute nécessité que le nombre des atomes d'oxygène appartenant à l'alumine ou aux sesqui-oxydes soit divisible par 3 en même temps que celui des atomes d'oxygène de la silice sera divisible par 2, pour avoir un groupe composé de molécules entières de ces deux corps ; et alors cela n'est possible qu'autant qu'on multiplie le rapport 1, 2 et 3 par 6 ; car en le prenant 1 fois, 2 fois, 3 fois, 4 fois et 5 fois, cette coïncidence ne se réalise pas. D'après cela le groupe se composait de 9 molécules de silice, de 4 molécules d'alumine et de 6 molécules de monoxyde, représentant en oxygène les nombres 18, 12 et 6, et le seul arrangement symétrique possible était représenté par 9 molécules de silice disposées rectangulairement, formant 4 carrés, au centre desquels se plaçaient 4 grands axes à 7 atomes d'aluminate de monoxyde, et la molécule de silice du centre se combinant à deux molécules de monoxyde formait aussi de son côté un axe à 7 atomes, analogue à l'aluminate de monoxyde, et il résultait de l'ensemble une table carrée ayant pour dimensions, en distances d'atome, $2\sqrt{2}$ pour le côté et 2 pour épaisseur ; cette table carrée étant dépassée de chaque côté par un prisme carré ayant pour côté $\sqrt{2}$ et aussi 2 pour hauteur excédante, ce prisme se trouvant en réalité formé par 5 axes à 7 atomes d'une longueur égale à 6. Cette explication était nécessaire pour faire comprendre la forme de cette molécule, en l'absence d'une figure. En définitive son caractère saillant est une forme carrée qui devrait en quelque sorte produire naturellement un prisme carré.

» J'en étais là, lorsque je m'avisai de consulter à ce sujet la *Minéralogie* de M. Des Cloizeaux, où je vis la formule $\text{Ca}^6, \text{R}^4, \text{Si}^9$, la même que j'étais forcé d'adopter. Quant à la forme cristalline, c'était, d'après cet auteur, un prisme rhomboïdal oblique dans le sens de la grande diagonale, de $69^\circ 56'$, l'angle plan de la base étant de $64^\circ 32'$ et l'angle de p sur h' de

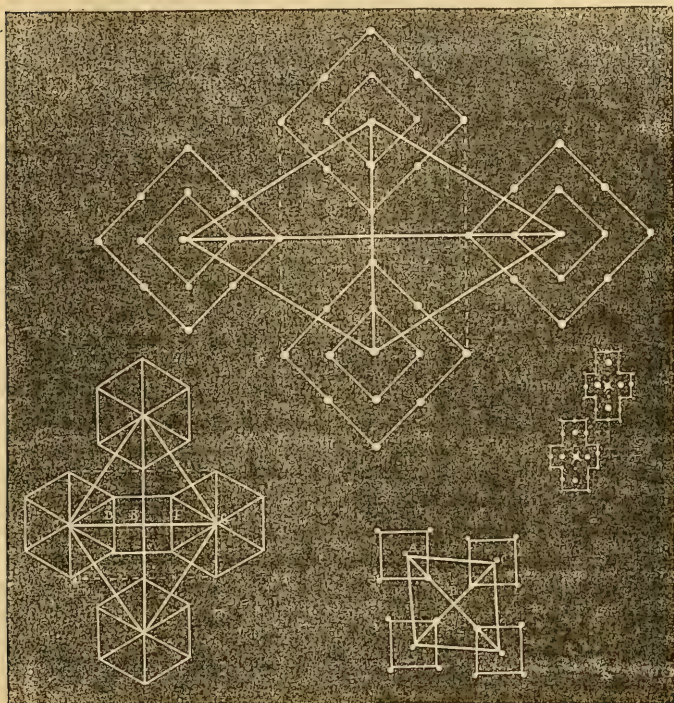
445° 27'. Cet ouvrage, quant à la partie déjà parue, est le plus complet qui existe; il a été rédigé avec un soin extrême, et les mesures qu'il donne méritent toute confiance. Il me fallait donc trouver une solution qui satisfît d'un même coup à ces trois angles.

» Il y avait déjà plus de trente ans que j'étais à la recherche du prisme rhomboïdal du soufre, dont la molécule, composée de six atomes identiques entre eux, ne peut être qu'un octaèdre régulier, et par conséquent parfaitement quadrangulaire. Je voyais très-bien que le solide cristallin ne pouvait provenir d'un arrangement dérivant d'une juxtaposition réglée d'après les côtés de l'octaèdre; car dans ce cas, en dehors du prisme carré, il ne pouvait se former qu'un prisme rhomboïdal de 126° 52', tandis que celui du soufre est de 104° 47'. De temps en temps j'entrevois bien que l'orientation des octaèdres entre eux, en s'effectuant par l'angle, pouvait produire une grande variété de prismes rhomboïdaux, mais je tardai beaucoup à saisir la position géométrique réciproque des molécules qui donne la plus grande probabilité à ce système, corroboré par l'accord qui existe entre le calcul et le fait, pour trois cas principaux qui se rapportent à des molécules de la plus grande dissemblance, savoir l'épidote, le felds path orthose et le soufre.

» Dans mon système de cristallogénie, les molécules, pour former des cristaux, se placent toujours de manière à conserver le parallélisme de leurs axes, sauf dans le système cubique. Je crois avoir reconnu aussi que la distance moyenne entre la surface des molécules est comprise entre 1 ou 2 distances d'atomes, comme je le prouverai plus tard par des calculs de densité.

» Le minimum de distance entre deux molécules étant une distance d'atome, j'imagine que la cristallisation débute en général par l'agrégation de deux molécules qui, lorsqu'elles sont à base carrée, oscillent autour de leur centre de gravité, absolument comme des aiguilles de boussole, et en supposant que deux molécules d'épidote se soient fixées, comme le montre la première des figures ci-jointes, de manière à laisser entre leur côté angulaire une distance d'atome, il existera pour deux autres molécules venant s'adjoindre à ce premier système des deux molécules primitives, une position géométrique particulière qui résulte de

la position des côtés angulaires des nouvelles molécules en coïncidence avec la ligne droite qui joint entre elles les diagonales des deux premières molécules, comme le montre la figure. D'après cela nous avons les données suffisantes pour calculer le rhombe formé par ce système de 4 molécules primitives, qui



ne peut manquer de se propager indéfiniment dans le même plan. Dans le cas actuel, la ligne AB est égale à 4 distances d'atomes, tandis que la ligne CB est égale de son côté à 2,5 distances d'atomes. Ces lignes, qui représentent respectivement la moitié des diagonales du rhombe, sont entre elles comme ces diagonales elles-mêmes, et de plus comme le rayon est à la tangente de l'angle CAB, moitié de l'angle aigu du rhombe,

qu'il lui-même représente la base du prisme moléculaire. On a donc la proportion

$$AB : BC :: 4 : 2,5 :: r : \text{tang CAB},$$

$$\text{d'où } \text{tang CAB} = \frac{2,5}{4} \quad \text{et } \log 2,5 = 0,3979400$$

$$\log 4 = 0,6020600$$

$$\log \text{tang CAB} = 9,7958800$$

$$\text{d'où } \text{CAB} = 32^{\circ} 49',$$

dont le double = $64^{\circ} 38'$, au lieu de $64^{\circ} 32'$.

» L'obliquité des prismes résulte de la disposition latérale des molécules au lieu de la superposition directe, comme je l'ai indiqué dès l'origine. Dans le cas actuel, la position géométrique la plus simple est indiquée par la coupe à droite, où le sommet de la molécule inférieure est dans le même plan que la partie inférieure de la molécule supérieure, les files d'atomes se trouvant respectivement à l'aplomb les unes des autres; d'après cette figure, la ligne qui joint les centres des deux molécules est parallèle à l'axe du prisme et à la face h^1 . La tangente de cet angle est au rayon :: $6 : 3$, c'est-à-dire qu'elle est double du rayon, et son logarithme égale le logarithme de 2; donc $\log \text{tang} = 0,3010300 = 63^{\circ} 26'$, et son complément = $26^{\circ} 34'$; à quoi ajoutant 90° , on obtient $116^{\circ} 34'$ pour l'angle de p sur h^1 , au lieu de $115^{\circ} 27'$.

» Pour obtenir l'angle mm il faut, du point B, mener une normale à la ligne d'obliquité, et calculer la longueur de cette normale. Dans le triangle ainsi formé, $AB = 4$ est l'hypothénuse opposée à l'angle droit, et la ligne cherchée x est opposée à l'angle d'obliquité $63^{\circ} 26'$, ce qui fournit la proportion

$$r : \sin 63^{\circ} 26' :: 4 : x,$$

$$\text{d'où } x = \frac{4 \times \sin 63^{\circ} 26'}{r},$$

$$\text{d'où } \log 4 = 0,6020600$$

$$\log \sin 63^{\circ} 25' = 9,9515389$$

$$\hline 0,5535981$$

ce qui donne $3,5776$ pour longueur de la ligne normale qui

sépare en deux parties égales l'angle mm , et représente le rayon quand BC représente la tangente du demi-angle mm ; et il s'ensuit la proportion

$$r : \tan \frac{1}{2} m :: x : BC :: 3,5776 : 2,500,$$

$$\text{d'où} \quad \tan \frac{1}{2} m = \frac{2,5000}{3,5776}$$

$$\log 2,5000 = 0,3979400$$

$$\log 3,5776 = - 0,5535984$$

$$9,8443419 = \log \tan 34^{\circ} 57',$$

dont le double est $69^{\circ} 54'$, au lieu de $69^{\circ} 56'$, ce qui montre partout un accord aussi satisfaisant qu'on puisse le désirer.

» Arrivé là j'avais lieu de m'étonner que cette molécule ne cristallisât pas en prisme carré ou en prisme rhomboïdal droit, par superposition directe, ainsi qu'un grand nombre de zéolithes, qui sont quadrangulaires comme elle; mais en parcourant le livre de M. Des Cloizeaux, je remarquai bientôt que la zoïsité, à laquelle il assigne la même formule, cristallise en prisme rhomboïdal droit de $116^{\circ} 16'$ et $63^{\circ} 44'$, et que la méïonite, aussi de même formule, cristallise en prisme carré, ce qui réalise toutes mes prévisions.

» En appliquant la même disposition aux molécules de feldspath orthose, qui sont en prisme hexaédrique régulier doublement pyramidé, en supposant que $CD = DF = \frac{1}{2} \sqrt{3}$, la demi-diagonale $AB = 2$, et on a la proportion

$$CB : AB :: \frac{3}{4} \sqrt{3} : 2 :: \tan \frac{1}{2} \text{ang} : r$$

$$\text{d'où} \quad \tan \frac{1}{2} \text{ang} = \frac{\frac{3}{4} \sqrt{3}}{2} = \frac{3\sqrt{3}}{8}, \text{ rapport des diagonales entre}$$

$$\text{elles; d'où} \quad \log 3 = 0,4771213$$

$$\frac{1}{2} = 0,2385606$$

$$0,7156819$$

$$- \log 8 = 0,9030899$$

$$9,8125920$$

$$= \tan 33^{\circ} 16'$$

$$\text{dont le double est} \quad 66^{\circ} 32'$$

$$\text{et son supplément} \quad 113^{\circ} 28',$$

tandis que l'angle plan du feldspath orthose est de $113^{\circ}15'$ d'après M. Des Cloizeaux.

« Pour le soufre, le fer sulfuré blanc et la brookite, la molécule cristallisable est composée de 6 atomes. Ils sont identiques entre eux pour le soufre, et forment un octaèdre régulier; ils représentent le double de la molécule théorique pour les deux autres, soit un octaèdre à base carrée, dont l'arête dans les trois cas égale une distance d'atome. Si l'on fait dans la troisième figure la distance des pointes égale au côté, comme l'indique l'arc de cercle pointillé, on obtient encore la proportion :

$$AB : BC :: \sqrt{2} : \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{2} :: r : \tan \frac{1}{2} \text{ ang}$$

$$\text{d'où} \quad \tan \frac{1}{2} \text{ ang} = \frac{\frac{1}{2} + \frac{1}{2} \sqrt{2}}{\sqrt{2}} = \frac{1 + \sqrt{2}}{2\sqrt{2}}$$

$$\text{et} \quad \tan = \frac{1 + 1,414}{2 \times 1,414} = \frac{2,414}{2,828}$$

$$\text{d'où} \quad \log 2,414 = 0,382920$$

$$- \log 2,828 = 0,451479$$

$$\hline 9,934441 = 40^{\circ} 29'$$

$$\text{dont le double} \quad \quad \quad = 80^{\circ} 58'$$

$$\text{et le complément} \quad \quad \quad = 99^{\circ} 2'$$

$$\text{tandis que l'angle du soufre} = 104^{\circ} 47'$$

$$\text{celui du fer sulfuré blanc} = 106^{\circ} 52'$$

$$\text{et celui de la brookite} = 100^{\circ} \quad \text{etc. »}$$

Dans la même séance, M. Gaudin a parlé aussi du grenat et de la boracite, dont il annonce avoir pu enfin réaliser les molécules réelles; mais il reviendra ultérieurement avec détails sur ce sujet.

Le bois qui accompagne la communication actuelle a été gravé d'après une réduction et un transport photographique par M. Eugène Baroux, qui est parvenu à résoudre pratiquement ce problème intéressant; de sorte qu'il a suffi de dessiner les figures actuelles sur un carton à l'échelle qui a convenu; ce procédé offrira une grande facilité pour les auteurs et permettra d'obtenir des réductions d'une extrême précision.

Séance du 25 juin 1864.

M. Dausse expose la suite de ses études sur l'endiguement continu dans l'ancien royaume sarde.

Séance du 2 juillet 1864.

M. Laurent offre à la Société ses ouvrages dont il expose sommairement le contenu, et présente quelques considérations sur la recherche des puits artésiens en Algérie.

M. Fischer expose quelques considérations sur les centres de création, et conclut de ses expériences que le transport des Mollusques terrestres par les eaux de la mer est insuffisant pour expliquer la présence de ces Mollusques dans certaines îles.

Séance du 9 juillet 1864.

M. Alph. Milne-Edwards parle du mode de développement du fœtus dans le genre Chevrotain.

Séance du 16 juillet 1864.

M. Vulpian expose ses recherches sur la sensibilité des faisceaux antéro-latéraux de la moelle épinière.

M. de Saint-Venant indique les formules qu'il a trouvées pour le calcul du remous.

Sur les faisceaux antéro-latéraux de la moelle épinière,
par M. Vulpian.

I. Jusque dans ces derniers temps, la plupart des physiolo-

gistes admettaient que les excitations faites directement sur les faisceaux antérieurs de la moelle épinière déterminent des contractions dans les muscles qui reçoivent leurs nerfs de la partie de la moelle située en arrière du point excité. Cependant Van Deen avait déjà déclaré qu'il n'en est rien, et que toutes les fois qu'une excitation mécanique portant sur ces faisceaux provoque des contractions, c'est que l'on a par mégarde excité les racines antérieures des nerfs spinaux. M. Brown-Séguard croit aussi que les faisceaux antérieurs sont inexcitables. Récemment, en 1864, M. Chauveau a publié dans le journal de M. Brown-Séguard un travail dans lequel il pense avoir démontré que « les faisceaux antéro-latéraux sont tout à fait inexcitables, aussi bien à leur surface que dans leur profondeur. »

J'ai cherché à me faire une opinion sur ce sujet controversé. Après avoir coupé sur des Chiens et des Lapins la moelle épinière en travers à la partie postérieure de la région dorsale, j'ai piqué les parties latérales de la moelle dans l'intervalle des racines nerveuses, et toujours, lorsque l'excitation était un peu brusque, j'ai déterminé des contractions musculaires dans les muscles des lombes ou dans ceux des cuisses. Mais j'ai voulu faire une expérience décisive. La moelle étant mise à nu dans une longueur de 7 à 10 centimètres, on la coupe en travers en avant de la portion ainsi mise à nu, puis on enlève, dans une longueur de 5 à 6 centimètres, non-seulement les faisceaux postérieurs et les racines postérieures, mais encore un tiers environ de chaque cordon antéro-latéral. — En somme, on enlève près de la moitié postérieure (supérieure chez les Mammifères) de la moelle épinière dans la longueur qui vient d'être indiquée. — On coupe ensuite toutes les racines antérieures jusqu'au point où se termine en arrière l'ouverture du canal vertébral. Si alors on vient à pincer en travers ce qui reste de la moelle à 5 ou 10 millimètres en arrière du lieu de la section transversale, il y a immédiatement un brusque mouvement de tout le train postérieur, et il est facile, au travers de la peau, de voir les masses musculaires entrer en contraction lors de chaque excitation mécanique faite comme il vient d'être dit.

Si l'on divise ce qui reste de la moelle épinière en deux parties latérales par une section longitudinale suivant le sillon an-

térieur de la moelle épinière, et si l'on pince chaque moitié latérale, on observe encore des contractions dans le membre du côté correspondant.

II. En 1850, M. Brown-Séguar*d* communiquait à la Société de Biologie des expériences qui montraient qu'après une hémisection latérale de la moelle épinière à la région cervicale, il y a, chez les Cochons d'Inde et les Pigeons, une conservation partielle du mouvement volontaire dans les membres du côté correspondant. En 1859, M. Van Kempen (*Journal de la physiologie*...., de M. Brown-Séguar*d*) fait connaître des expériences qui l'amènent à conclure que, chez les Batraciens, les Oiseaux et les Mammifères, la transmission du mouvement volontaire est directe dans chaque moitié de la moelle épinière et qu'elle est cependant croisée en partie dans la région cervicale.

Il est facile de démontrer que, au moins chez les Mammifères, la transmission des excitations motrices du cerveau vers l'extrémité de la moelle est croisée en partie dans toute la longueur de la moelle épinière.

Je reprends, en effet, les expériences précédentes au point où je les ai laissées. Lorsqu'on a divisé, sur un Chien ou un Lapin, ce qui reste de la moelle en deux moitiés latérales, j'ai dit que le pincement d'une des moitiés, pincement fait à 4 centimètres au moins en avant du lieu où s'arrête la séparation des deux moitiés, détermine des contractions dans le membre correspondant. Or, on observe aussi, et de la façon la plus nette, des contractions manifestes dans le membre du côté opposé. Pour bien faire saisir la valeur de cette expérience, il faut dire que la séparation des deux moitiés est faite en renversant la moelle de façon à avoir sous les yeux le sillon antérieur et à pouvoir le suivre de la façon la plus exacte avec des ciseaux. La séparation des deux moitiés de la moelle mutilée étant faite jusque dans la région lombaire, il est permis de conclure que la transmission des excitations motrices a lieu d'une façon en partie croisée dans toute la longueur de la moelle, et l'on voit ainsi les résultats physiologiques concorder pleinement avec les faits anatomiques qui établissent l'existence d'un entre-croisement dans la commissure antérieure depuis une extrémité de la moelle jusqu'à l'autre. Cet entre-croisement est, dans toute la longueur de la moelle épinière, le représentant de l'entre-

croisement des pyramides antérieures du bulbe rachidien, et il est bien certainement inexact de prétendre que l'entre-croisement pour les excitations motrices se fait entièrement par l'intermédiaire de ces pyramides.

Séance du 23 juillet 1864.

M. Alix est élu membre dans la 3^e section.

M. Vulpian parle des effets de la ligature de l'aorte chez les Grenouilles.

M. Bert expose la suite de ses recherches sur la greffe animale.

Sur l'abolition des propriétés et des fonctions des centres nerveux chez les Grenouilles par suite de la ligature du bulbe aortique, par M. Vulpian.

M. Brown-Séquard, dans son mémoire intitulé : *Recherches expérimentales sur les propriétés physiologiques et les usages du sang rouge et du sang noir* (1), a montré que tous les tissus nerveux, c'est-à-dire les nerfs, la moelle épinière et l'encéphale lui-même peuvent, après avoir complètement perdu leurs propriétés vitales, les recouvrer sous l'influence de sang chargé d'oxygène.

J'ai eu occasion de faire des expériences qui confirment complètement, relativement à l'encéphale et à la moelle épinière, les faits constatés par M. Brown-Séquard. Bien que ces expériences aient été faites sur des Grenouilles, et que, par conséquent, les résultats aient peut-être un intérêt un peu moindre que celles qui ont été instituées par M. Brown-Séquard sur des Mammifères, il m'a paru qu'il ne serait pas inutile d'en dire quelques mots, à cause du temps assez long qu'on a laissé

(1) *Journal de la physiologie de l'Homme et des animaux*, 1858, p. 95 et suiv.

s'écouler dans un cas entre le moment de la disparition des propriétés vitales et le moment où l'on a permis à la circulation de se rétablir.

Je me contenterai de donner une analyse succincte de deux de ces expériences.

Expérience I. Le 28 mai 1864, à 11^h du matin, on lie, sur une Grenouille verte vigoureuse, le bulbe aortique près de son origine ventriculaire, et l'on s'assure que la ligature empêche complètement tout passage du sang dans les branches de ce bulbe. — On recouvre le cœur avec la peau qui a été détachée pour permettre de faire l'opération. La Grenouille est fixée sur une planche de liège, le ventre regardant en haut. A 3^h de l'après-midi, cette Grenouille est entièrement privée de tout mouvement spontané des membres, de la tête, du tronc et de l'appareil hyoïdien. Les yeux sont fermés. Le cœur bat encore; mais le ventricule est pâle, sa pointe est dirigée en haut, et il semble s'être fait un dépôt des globules dans la partie basilaire, la pointe ne contenant plus que du plasma. Les mouvements sont plus lents que dans l'état normal. La contractilité musculaire explorée par le galvanisme est encore considérable, un peu moins vive que dans l'état normal. Motricité du nerf sciatique conservée en grande partie (exploration par le galvanisme). Les plus violentes excitations mécaniques ou galvaniques des doigts ne déterminent aucun mouvement réflexe. On enlève la ligature à 3^h 15^m; à ce moment les extrémités des doigts des quatre membres sont desséchées : la peau est collée sur les phalanges et est devenue transparente. Dès que la ligature est enlevée, on retourne l'animal, et presque aussitôt le ventricule se remplit de sang rouge. Le sang est poussé de nouveau dans les branches naissant du bulbe aortique. Jusqu'à 5^h, on n'aperçoit aucune manifestation de mouvement. A 5^h 3^m, il se produit un mouvement respiratoire spontané. Il s'en produit ainsi de temps en temps; mais ces mouvements sont très-rares; on peut en exciter en frappant sur la région hyoïdienne. Ce n'est qu'à 5^h 30^m que l'on peut déterminer un mouvement réflexe dans les bras, en laissant tomber la Grenouille sur le dos, et on ne peut pas en provoquer autrement. A 6^h 15^m, l'état n'a presque point changé; les mouvements respiratoires sont toujours très-rares. Le lendemain, à 9^h 30^m du matin, la

Grenouille est revenue complètement à son état normal; les extrémités digitales ont repris leur apparence ordinaire et sont parfaitement sensibles.

Expérience II. Le même jour, une autre Grenouille verte de grande taille est opérée de même, quelques minutes après la précédente. A 3^h, elle est dans le même état que celle-ci, si ce n'est que le sang qui remplit le ventricule a conservé une teinte rouge sombre. Le cœur bat régulièrement, mais assez lentement. Après qu'on a bien constaté l'abolition complète des mouvements spontanés et des mouvements réflexes, on laisse le bulbe aortique lié. A 5^h, on met un nerf sciatique à nu. Motricité très-manifeste, mais diminuée (exploration au moyen du galvanisme). A 6^h 30^m, il y a évidemment un commencement de rigidité cadavérique dans les membres postérieurs qui ne pendent plus entièrement flasques lorsque l'on tient l'animal suspendu par la tête. La pile détermine encore des contractions dans les muscles, lorsqu'on les électrise au travers de la peau; mais les mouvements ont un caractère un peu différent de celui qu'ils avaient auparavant. Ils sont moins brusques, et l'effet produit, flexion de l'avant-bras, par exemple, ne disparaît pas aussitôt qu'on retire les électrodes. La pile provoque encore des mouvements par l'intermédiaire du nerf sciatique; mais la pression de ce nerf entre les mors d'une pince ne détermine aucune contraction. Les battements du cœur, depuis plus de deux heures, sont très-faibles et très-lents. Les extrémités des doigts paraissent desséchées depuis plus longtemps encore. On enlève la ligature du bulbe aortique à 6^h 30^m. Presque aussitôt les battements du cœur deviennent plus rapides et plus énergiques. Le lendemain, 29 mai, à 9^h 30^m, la Grenouille est entièrement revenue à la vie : elle est toutefois encore un peu faible; mais elle se retourne d'elle-même lorsqu'on la met sur le dos; elle saute même et cherche à s'échapper. Les doigts ont repris leur aspect normal et leur sensibilité. Le moindre pincement du nerf sciatique mis à nu hier, détermine des contractions dans les muscles de la jambe et du pied.

Ainsi, dans la première expérience, le premier indice du retour des propriétés des centres nerveux s'est manifesté deux heures après l'ablation de la ligature placée sur le bulbe aortique. Dans la seconde expérience, la ligature n'a été enlevée

que trois heures et demie après le moment où l'on avait constaté la disparition complète des propriétés des centres nerveux, et cependant ces propriétés se sont rétablies encore sous l'influence des modifications nutritives déterminées par la circulation. Il convient de faire remarquer combien ce retour des propriétés s'effectue lentement. Dans le premier cas, il a fallu deux heures pour que l'on pût découvrir les premières manifestations de ce retour. Dans le second, il a fallu probablement plus longtemps, mais je n'ai aucune donnée positive sur ce point. Dans les deux cas, dès que la circulation s'est rétablie, le sang a pu se charger d'oxygène par la respiration cutanée, et c'est ainsi, comme le prouvent les expériences de M. Brown-Séquard, qu'il a pu devenir apte à régénérer, par son influence nutritive, les propriétés des centres nerveux.

Sur les méthodes de transformation propres aux engrenages de roulement cylindriques ou coniques, par M. J. N. Haton de la Goupillière.

Lorsque deux courbes planes ou sphériques tournent sur des axes fixes de manière à se conduire par simple roulement, elles doivent satisfaire à des conditions très-précises. La recherche de ces paires de courbes présente donc une certaine difficulté bien qu'on puisse la réduire d'une manière générale à une question de calcul intégral. Mais en revanche, lorsqu'on possède une paire de profils on en peut déduire une infinité d'autres à l'aide de procédés de transformation dont je vais dire quelques mots.

Le plus simple consiste à rapprocher les uns des autres les rayons vecteurs ou les colatitudes en leur conservant leurs valeurs et diminuant ou augmentant les azimuts ou les longitudes dans un rapport constant. Ces profils dérivés sont encore capables de se conduire par roulement simple. Ils jouissent, en outre, de propriétés assez élégantes.

En premier lieu, bien que la forme des courbes soit complètement modifiée, la nature de la transmission n'est que peu altérée. La loi reste identiquement la même, et le rapport seul de ses périodes aux révolutions des arbres se trouve changé.

En second lieu, les aires des deux figures restent propor-

tionnelles, si on les comprend entre des rayons correspondants quelconques : ordinairement, le module de conversion est une partie aliquote de l'unité, de la forme $\frac{1}{n}$; la courbe proposée est fermée, et pour compléter le profil dérivé, on le répète n fois dans les n angles égaux à $\frac{2\pi}{n}$ que l'on peut former autour d'un point. Dans ces conditions, la surface entière reste identiquement la même, de sorte que si l'économie de la matière méritait ici d'être prise en considération, la transformation n'exercerait à cet égard aucune influence.

La même propriété subsiste pour le moment d'inertie. Ce moment reste proportionnel entre des rayons correspondants quelconques. Il conserve identiquement la même valeur pour la pièce entière dans les conditions qui viennent d'être indiquées. Enfin le rayon de gyration reste identiquement le même pour un intervalle quelconque. Comme d'ailleurs le mouvement de rotation dépend du corps, au point de vue dynamique, par le moment d'inertie seulement, on voit que, sous ce rapport comme pour ce qui concerne la loi cinématique, les conditions sont peu modifiées.

J'ajouterai encore que l'on pourra toujours obtenir facilement la tangente des courbes dérivées et faciliter ainsi leur tracé par points. En effet, la sous-tangente et la sous-normale sont conservées proportionnellement pour les engrenages cylindriques, et la même propriété subsiste pour les tangentes trigonométriques des arcs sous-tangent et sous-normal avec les engrenages coniques ou les courbes sphériques.

Cette élégante transformation n'est, du reste, qu'un cas particulier d'une autre plus étendue qui est en même temps la plus générale que comporte la condition de conserver la propriété des courbes roulantes. Si r et θ désignent le rayon vecteur et l'azimut des courbes planes proposées, r' et θ' ceux des transformées, on peut prendre :

$$r = Ar' \quad \theta = B \log r' + C\theta' + D.$$

On aura de même, pour les courbes sphériques, en appelant φ la colatitute et θ la longitude :

$$\varphi = \varphi' \quad \theta = P \log \tan \frac{\varphi'}{2} + Q\theta' + R.$$

Le procédé dont nous nous sommes d'abord occupés s'en déduit en prenant :

$$A = 1$$

$$B = D = P = R = 0$$

et laissant C et Q arbitraires.

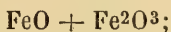
Sur la nature de la partie pierreuse de la météorite d'Orgueil,
par M. S. Cloez.

La partie pierreuse des météorites analysées jusqu'ici est généralement formée de silicates dont la composition est sensiblement la même que celles des espèces minéralogiques de notre globe : ainsi on y a indiqué la présence du périclase-olivine, de l'augite, de l'albite, de la chladnite, du Labrador, de l'oligoclase, etc.

Quand on peut séparer mécaniquement par le triage ou la lévigation les diverses parties constituantes d'une pierre météorique, on a une base certaine pour en établir la formule d'après les résultats de l'analyse; mais c'est le cas le plus rare, il faut bien le dire, et le plus souvent on est réduit à faire la séparation par des agents chimiques et alors l'interprétation des résultats analytiques est plus ou moins arbitraire.

Je me suis bien gardé de rapporter à une espèce unique et définie la partie silicatée de la météorite d'Orgueil; d'après la ténuité extrême de ses éléments, je la considère comme une sorte de limon résultant de la désagrégation de roches serpentineuses naturellement hydratées, ou de roches pyroxéniques qui ont pris, en se désagréant, de l'eau de combinaison.

Le rapport de 2 à 4 que j'ai admis entre l'oxygène de l'acide silicique et l'oxygène des bases réunies paraît conduire à cette dernière interprétation; cependant je préfère la première, en faisant remarquer que ce rapport a été fixé après la soustraction de la quantité d'oxyde magnétique évaluée, je dois le dire, un peu arbitrairement, d'après la proportion de peroxyde de fer trouvée à l'analyse. Mais rien ne prouve que ce peroxyde est nécessairement contenu en totalité dans la combinaison



une portion peut se trouver dans le silicate, et par suite le rap-

port indiqué ci-dessus diminue en se rapprochant de celui qu'on trouve dans les roches serpentineuses.

Quelle que soit, en somme, la nature spécifique des silicates existant dans la météorite d'Orgueil, on doit admettre qu'ils s'y trouvent à l'état d'hydrate; toutes les déterminations et les expériences que j'ai faites conduisent à cette conclusion; déjà le savant professeur de l'université de Göttingue, M. Wöhler, a été porté à admettre que dans la météorite de Cold-Bokkeveld les 40,5 p. 400 d'eau qu'elle contient sont combinés chimiquement avec le silicate de magnésie d'une roche serpentineuse; seulement, en examinant attentivement la nature molle et poreuse de la pierre, il a abandonné sa première idée et il a cru qu'il était plus vraisemblable que cette eau a été absorbée ultérieurement à la chute et qu'elle doit être considérée tout simplement comme de l'eau hygroscopique prise à notre globe.

Je me range complètement à la première opinion de M. Wöhler, elle me paraît mieux fondée que la dernière; la porosité de la pierre et l'état de ténuité des éléments ne sont pas en opposition avec cette manière de voir, si l'on admet comme vraisemblable que la météorite a été formée au sein de l'eau par le dépôt de matières limoneuses mélangées de substance humique. Cette interprétation est corroborée encore par la présence, dans la pierre, des sulfures solubles et des hyposulfites qui en proviennent; il est probable, en effet, que ces sulfures résultent de la réduction partielle du sulfate de chaux humide par les matières organiques en décomposition, et qu'ils se sont oxydés ensuite après la dessiccation en passant en partie à l'état d'hyposulfites.

M. P. Bert a communiqué dans cette séance la note suivante :

Greffe animale. — Les Bulletins de la Société contiennent déjà deux notes présentées sous ce titre. Dans la première (1862. p. 52), il était question de deux animaux de même espèce, de deux Rats, accolés l'un à l'autre par le flanc dont la peau avait été préalablement sectionnée. La seconde (1863, p. 403), contient l'histoire d'une queue de Rat, dont l'extrémité écorchée avait été introduite sous la peau du dos de l'animal,

et dans laquelle, après qu'on l'eut plus tard amputée près de sa base, la circulation se rétablit, et la sensibilité revint.

Ce dernier ordre de faits mériterait plutôt, si l'on veut encore aller demander au règne végétal une expression comparative, le nom de *marcolte* que celui de greffe, car les connexions normales qui assuraient l'existence de la queue en place n'ont été détruites que lorsqu'il s'en était déjà développé d'autres ; en telle sorte que cet organe n'a jamais été réduit à lui-même, et sa vie jamais compromise.

Quant aux faits de la première catégorie, je leur ai donné le nom de *greffe par approche*, toujours en vue des mêmes comparaisons qui présentent des avantages mnémotechniques ; mais il n'y a là, à vrai dire, qu'une cicatrisation ordinaire entre deux plaies cutanées, lesquelles seulement appartiennent à deux individus différents.

La véritable *greffe* consiste en ceci : qu'une partie séparée complètement du corps d'un animal, est ensuite replacée en tel lieu qu'elle continue à vivre, comme si ses rapports nourriciers n'avaient en rien été interrompus. Ce qui la caractérise, c'est l'isolement dans lequel s'est trouvée pendant un temps la partie détachée, privée des liens vasculaires qui lui apportaient sa nourriture, réduite à ses propres ressources, et condamnée à mort si cet isolement dure trop longtemps ; ce sont ensuite les conditions d'existence retrouvées, les connexions rétablies, la solidarité nutritive acquise de nouveau, et la vie, un temps en péril, désormais assurée.

Que si l'on suppose cette séparation non fatale à la partie isolée, que si l'on admet qu'elle puisse vivre ainsi, de par elle-même, en puisant dans les milieux qui l'entourent les matériaux nécessaires à entretenir les évolutions vitales, on passe ainsi de la greffe animale à cet ordre de phénomènes si remarquables présentés par beaucoup d'animaux inférieurs (Planaires, Lombrics...), et même jusqu'à un certain degré par la queue des jeunes têtards de Grenouille (A. Vulpian). Mais les milieux extérieurs ne suffisent pas à la greffe ; il lui faut le contact de milieux intérieurs, de cette lymphe plastique qui s'épanche à la surface des plaies, et c'est là ce qui la distingue nettement des faits que je viens d'indiquer.

Voici un exemple de greffe proprement dite : je coupe la queue d'un Rat et l'écorche ; par un trou fait à la peau de l'ani-

mal, j'introduis un instrument mousse qui creuse une petite loge, et alors dans cette loge je fais glisser la queue écorchée; un point de suture suffit ensuite à lui fermer la retraite.

Dans ces conditions, en agissant sur des Rats, la réussite est constante; j'ai toujours vu la greffe prendre, et cela sans phénomènes inflammatoires. Si on tue l'animal quelques mois après, on retrouve la partie introduite en bon état apparent, on voit les vaisseaux cutanés s'aboucher avec les siens, et bien plus, si cette queue était toute jeune au moment où on l'a séparée, on constate qu'elle a grandi, qu'elle s'est développée régulièrement et qu'elle a acquis à peu près les mêmes dimensions que si elle fût restée en place; on est bien en droit de se demander où s'est alors réfugié ce principe vital directeur dont les disciples de certaine école soutiennent à force d'imagination la chimérique existence.

J'ai choisi dans mes expériences le Rat, parce que cet animal présente entre autres avantages celui de suppurer difficilement; le tissu cellulaire sous-cutané, qui est très-lâche chez ces animaux, m'a paru préférable à ce point de vue et à plusieurs autres; enfin j'opère avec la queue, non-seulement parce que son ablation est sans importance pour l'animal, mais surtout parce que la réussite de la greffe est beaucoup plus sûre avec cet organe qu'avec une patte, une mâchoire, etc.

Ce sont là les meilleures conditions de réussite; mais bien évidemment elles sont loin d'être indispensables; les greffes sous-cutanées de pattes, de colonnes vertébrales, pour être difficiles, n'en donnent pas moins quelquefois des résultats satisfaisants. J'ai même pu greffer dans le péritoine, à l'exemple de Hunter, des testicules, des utérus, des ovaires; les testicules subissent des modifications semblables à celles qui suivent la section du cordon des vaisseaux spermatiques; les utérus se développent énormément, gonflés par une formation très-abondante de pus concret. Ayant introduit dans la cavité abdominale d'un Rat toute la colonne vertébrale avec la base du crâne d'un Rat nouveau-né, j'ai vu se développer un énorme kyste purulent, très-vasculaire, et dans les parois duquel j'ai retrouvé le squelette introduit, encore très-reconnaissable dans sa forme, et devenu au moins de la taille d'un squelette de Rat adulte; la base du crâne même avait de beaucoup dépassé les dimensions normales; enfin la cavité médullaire s'était complé-

tement oblitérée. Pour terminer, je dirai que toutes les tentatives que j'ai faites pour greffer dans le péritoine des embryons et même des œufs de Mammifères, sont restées sans résultat; ainsi est-il encore advenu de la greffe sous-cutanée de mâchoires de Rats nouveau-nés dont j'espérais voir grandir les incisives à peine sorties.

Revenant maintenant à notre greffe-type, queue de Rat sous peau de Rat, nous devons nous demander ce qu'il advient non-seulement de l'organe tout entier mais de chacun des éléments anatomiques qui le constituent. Disons d'abord que, selon des circonstances dont nous parlerons tout à l'heure, les résultats d'une tentative de greffe peuvent être de trois sortes : ou la partie introduite n'est pas supportée, et il y a inflammation, suppuration, puis élimination; ou la greffe réussit, et cette partie continue à vivre et à se développer; ou enfin, après être restée sous la peau sans exciter de réaction, après s'être en apparence parfaitement greffée, cette partie, un mois ou même plus après l'opération, commence à diminuer de dimensions et se résorbe lentement jusqu'à disparaître tout à fait.

Quant aux éléments anatomiques, ceux que nous avons examinés se sont conduits ainsi qu'il suit, dans le cas bien entendu de la greffe parfaitement réussie : les uns continuent à vivre et à jouir de toutes leurs propriétés vitales, tels sont les éléments osseux, cartilagineux, tendineux, lamineux; d'autres disparaissent peu à peu, comme la fibre musculaire qui perd ses stries et se réduit à son enveloppe; la fibre nerveuse enfin présente les phénomènes successifs de dégénérescence et de réintégration qu'ont si bien décrits MM. Philipeaux et Vulpian. Je dois dire encore que les greffes de moelle épinière ne m'ont pas jusqu'à présent réussi, et que je ne puis savoir comment se comportent sous ce rapport la cellule ni la fibre des centres nerveux. Ces recherches micrographiques devront être répétées et étendues au plus grand nombre possible d'éléments anatomiques. Il sera en outre fort intéressant de suivre la marche des transformations que subissent les éléments anatomiques dans les cas de résorption lente dont j'ai dit un mot tout à l'heure.

Il y a dans l'existence de toute partie greffée trois stades bien distincts; pendant le premier, elle est séparée du corps auquel elle appartenait, et soumise à l'action des milieux extérieurs;

pendant le second, elle est à l'abri de ces milieux, et baignée immédiatement par le plasma épanché autour d'elle; le troisième marque son admission définitive dans le nouvel organisme, dont les vaisseaux sanguins se mettent en communication directe avec les siens propres. Je ne puis dire encore exactement à quel moment se fait cet abouchement vasculaire; il est probable que c'est alors seulement que les éléments anatomiques peuvent manifester leurs propriétés de développement et de pullulation.

Je ne pouvais manquer d'étudier l'influence que les circonstances extérieures à la partie destinée à la greffe exercent sur le résultat de l'opération. Ces circonstances peuvent avoir trait au premier et au second des stades ci-dessus indiqués; pour le premier on peut faire varier les milieux extérieurs dans leur nature, la durée de leur action, etc.; pour le second, changer l'espèce de l'animal sur lequel doit être transportée la greffe, ou encore prendre un animal atteint de maladie, etc., en un mot changer les milieux intérieurs.

Sous ce dernier rapport, mes expériences sont encore peu nombreuses; je puis seulement dire que la possibilité de greffer sur un animal une partie provenant d'un animal d'autre espèce ne paraît pas pouvoir persister quand l'intervalle zoologique est un peu grand; au delà des limites du genre, j'ai jusqu'à aujourd'hui toujours obtenu résorption ou élimination après inflammation suppurative quelquefois très-violente. Mais ces expériences ont besoin d'être variées et multipliées.

J'arrive aux milieux extérieurs; ici encore les résultats que je puis enregistrer sont en petit nombre, mais non dépourvus d'intérêt.

Des queues de Rat écorchées, et renfermées dans des tubes bouchés remplis d'un air saturé d'humidité, ont été greffées avec succès après 48 heures de séparation, la température oscillant très-peu autour de 44°; mais après 73 heures (temp. 45 à 48°) il y a eu élimination.

L'eau tue plus vite les éléments anatomiques; la greffe a pu réussir après un séjour de 9 heures à la température de 48°; mais après 46 heures (temp. 44 à 47°) il y a eu suppuration éliminatrice.

J'ai noté la température, parce que cet élément a une grande influence sur le résultat; je me suis assuré que les propriétés

vitales élémentaires se conservent beaucoup plus longtemps quand elle ne s'élevait que de quelques degrés au-dessus de zéro : M. Ollier avait déjà constaté ce fait. Quant à l'action des températures extrêmes, j'ai vu se greffer des queues de Rat qui étaient restées trois heures dans la glace fondante, ou même plongées dans un mélange réfrigérant où le thermomètre a marqué -7° et -42° . En ayant immergé une pendant 42 minutes dans de l'eau qui passa pendant ce temps de 50° à 40° , elle a subi la résorption dont j'ai parlé plus haut, et cela si lentement qu'aujourd'hui, après deux mois et demi, ses dimensions sont à peine réduites de moitié.

Le desséchement par l'exposition pendant 24 heures dans le vide et en présence de l'acide sulfurique ne m'a pas semblé jusqu'à présent tuer les éléments anatomiques ; ils m'ont même paru résister, une fois desséchés, à la température de l'étuve de Gay-Lussac, prolongée pendant 40 heures. Si la résorption ne s'empare pas plus tard de ces greffes en apparence réussies, on aura là chez les animaux supérieurs un phénomène semblable à celui que présentent les Tardigrades, certains Rotifères, etc... ; et ces expériences fourniront une nouvelle preuve de cette vérité que les propriétés élémentaires sont les mêmes dans toute la série animale, et qu'il n'y a au point de vue physiologique, entre les êtres, que des diversités d'harmonie et d'équilibration, et non des différences essentielles.

Des queues de Rat écorchées, placées dans des tubes bouchés et renversées sur le mercure, résistent parfaitement à l'exposition pendant 44 heures à 48° , dans les gaz oxygène, hydrogène, azote, acide carbonique, oxyde de carbone. J'ai même eu une greffe après 43 heures de séjour dans l'oxygène (45°) ; mais après 50 heures (17°) il y a eu élimination partielle et résorption : de même pour l'acide carbonique ; j'aurai cependant à revoir comparativement l'action de ces deux derniers gaz. Le contact de la vapeur d'iode (iode au fond d'un tube bouché, queue suspendue) n'a pas empêché la greffe, quoiqu'il y ait eu élimination partielle.

La greffe a encore été possible après l'immersion pendant 4 heures dans l'eau saturée d'acide carbonique ; l'acide sulfurique au millième (séjour de 2 heures, puis 3 heures dans eau pure à 20°), la glycérine, l'alcool, l'urée au cinquantième, les chlorures de sodium et de potassium à la dose de six centièmes,

l'eau phéniquée au centième à peu près (mêmes conditions que pour l'acide sulfurique), n'ont pas tué davantage la greffe.

J'ai eu résorption lente à la suite d'exposition pendant 3 heures dans la vapeur d'éther, 2 heures dans la vapeur de benzine, 40 minutes dans l'ammoniaque gazeuse (lavage à l'eau pure pendant 4 heures), 11 heures dans les vapeurs d'acide phénique (sans lavage); puis à la suite d'immersion pendant 3 heures (avec bain consécutif de 2 heures dans l'eau pure) dans acide chromique au millième, acide phosphorique au cinquantième, acide sulfurique au centième, potasse et soude au cinquantième, carbonate de soude, carbonate de potasse et chlorure d'ammonium à six pour cent, glycérine au tiers, etc., résorptions qui se sont opérées avec une rapidité variable et des circonstances particulières sur lesquelles j'insisterai dans une autre occasion.

Enfin, j'ai vu l'inflammation suppurative éliminer très-vite des queues de Rat qui avaient, toujours dans les mêmes conditions de durée et de lavage, séjourné dans l'acide phosphorique, l'acide acétique et l'eau bromée au centième, etc..

Ces expériences ont besoin d'être répétées, multipliées, variées, celles surtout qui ont donné pour résultat la résorption ou l'élimination. J'aurai notamment à mieux étudier les limites extrêmes de température que peuvent supporter les éléments anatomiques des animaux supérieurs, à comparer l'action de divers acides, déjà expérimentés par rapport aux cils vibratiles, aux spermatozoïdes, etc..., à rechercher l'influence de certains poisons, etc., etc... Les constatations diverses que j'aurai occasion de faire seront consignées dans des notes ultérieures.

Séance du 30 juillet 1864.

M. Dausse offre à la Société un travail sur l'endiguement et expose ses idées sur le meilleur moyen d'endiguement.

M. C. Laurent est élu membre dans la 2^e section.

M. Fischer indique les résultats de ses recherches sur les Éponges perforantes et fossiles.

Sur les surfaces anallagmatiques du quatrième ordre,
par M. Moutard.

Dans cette séance, M. Mannheim a présenté, au nom de M. Moutard, un complément très-important à la communication du 14 mai 1864. Il rappelle que les surfaces anallagmatiques du troisième ou du quatrième ordre peuvent être définies, de cinq manières différentes, comme le lieu des intersections successives d'une suite de sphères, coupant orthogonalement une sphère fixe, dite *principale*, et dont les centres parcourent une *surface directrice* du deuxième ordre.

La ligne d'intersection de chaque *surface directrice* et de la *sphère principale* correspondante est une *ligne focale* de la surface.

Cette ligne, en effet, peut être considérée comme le lieu des centres des sphères, de rayon nul, doublement tangentes à la surface, ou, ce qui revient au même, comme une ligne double de la développable circonscrite à l'anallagmatique et au cercle de l'infini.

Lorsque deux surfaces anallagmatiques ont en commun une ligne focale, elles ont les cinq mêmes pôles principaux et les cinq mêmes lignes focales : elles sont dites *homofocales*.

Deux surfaces anallagmatiques du quatrième ordre homofocales se coupent partout à angle droit ; leur ligne d'intersection est une ligne de courbure de chacune des surfaces.

Par tout point de l'espace, il est possible de faire passer trois surfaces anallagmatiques ayant une ligne focale donnée.

De tout cela, il résulte que les anallagmatiques homofocales forment un système triplement orthogonal.

Ces belles propriétés sont susceptibles de nombreuses conséquences relatives aux lignes de courbures planes ou sphériques des anallagmatiques.

Une prochaine communication fera connaître de nouvelles définitions des surfaces anallagmatiques.

Séance du 6 août 1864.

M. Daresté communique la suite de ses recherches sur la production artificielle des monstruosités, et donne quelques considérations sur les caractères de la cicatricule fécondée.

Discussion à laquelle M. Gerbe prend part.

M. Mannheim communique une note de M. Moutard sur les surfaces anallagmatiques du quatrième ordre. — M. Mannheim expose ses recherches sur la construction du centre de courbure des anallagmatiques.

Sur la construction du centre de courbure des anallagmatiques,
par M. Mannheim.

M. Mannheim indique la construction suivante pour déterminer le centre de courbure d'une courbe anallagmatique plane.

(D) est la courbe directrice, (O) la circonférence principale; du point D de la directrice, on décrit une circonférence coupant (O) à angle droit; les points M et M', où cette courbe est rencontrée par la perpendiculaire abaissée du point O sur la tangente DT à la directrice, appartiennent à l'anallagmatique.

Les droites MD et M'D sont les normales à cette courbe. Soit I le centre de courbure de (D), correspondant au point D; projetons ce point en E sur MD et abaissons du point E la perpendiculaire EG sur la normale DI: la droite obtenue en joignant le point O au point G coupe les normales MD et M'D aux centres de courbure cherchés.

En employant cette construction et en appliquant les théorèmes d'Euler et de Meusnier, on peut déterminer les centres de courbure principaux d'une surface anallagmatique.

Sur les surfaces anallagmatiques du quatrième ordre,
par M. Moutard.

Parmi les cinq surfaces directrices homofocales d'une surface anallagmatique donnée du quatrième ordre, il y a toujours un hyperboloïde à une nappe, il peut y en avoir trois.

Considérons le quadrilatère formé par quatre génératrices rectilignes de l'un de ces hyperboloïdes et les sphères doublement tangentes à l'anallagmatique ayant leurs centres aux sommets de ce quadrilatère. La surface anallagmatique peut être considérée comme le lieu des points dont le produit des puissances par rapport à deux sphères opposées (dont les centres sont deux sommets opposés du quadrilatère dont il vient d'être question) est dans un rapport constant, positif ou négatif, avec le produit des puissances par rapport aux deux autres sphères (1).

Ce rapport constant est égal à celui des segments déterminés par le centre de la surface directrice sur la droite qui joint les milieux des diagonales du quadrilatère. La sphère principale n'est autre, du reste, que la sphère orthogonale aux quatre sphères données.

En particulierisant le quadrilatère, on arrive à diverses définitions de l'anallagmatique parmi lesquelles nous citerons celle-ci :

Une anallagmatique du quatrième ordre peut, en général, être définie de dix manières différentes comme le lieu des points dont le produit des distances à deux points fixes est dans un rapport constant avec le produit des distances à deux plans fixes.

L'anallagmatique la plus générale ne peut pas être définie comme le lieu des points dont le produit des distances à deux points fixes est dans un rapport constant avec le produit des distances à deux autres points fixes.

Pour qu'une anallagmatique soit susceptible d'une pareille définition, il faut et il suffit que l'on puisse inscrire dans la ligne focale un quadrilatère formé par quatre génératrices recti-

(1) Voir *Nouvelles annales de mathématiques*, avril 1864, page 457, une définition analogue du tore donnée par M. Darboux.

lignes de la surface directrice. Lorsqu'il existe un pareil quadrilatère, il en existe une infinité d'autres.

On rencontre ainsi un théorème indépendant des anallagmatiques, tout à fait analogue au célèbre théorème de M. Poncelet sur les polygones simultanément inscrits et circonscrits à deux coniques : dans la courbe d'intersection d'un hyperboloïde et d'une autre surface du deuxième ordre, il est, en général, impossible d'inscrire un polygone d'un nombre pair donné de côtés formé par des génératrices rectilignes de l'hyperboloïde, mais lorsqu'on pourra en trouver un, il en existera une infinité d'autres.

Ce théorème se déduit de celui de M. Poncelet par une simple perspective.

Séance du 13 août 1864.

M. Alix communique ses recherches sur l'absence de l'accessoire du fléchisseur perforé chez le Grand-Duc.

Sur l'absence de l'accessoire du fléchisseur perforé chez le Grand-Duc, par M. Alix.

Dans une des séances précédentes (19 mars), j'ai soutenu que le muscle accessoire du fléchisseur perforé n'est pas l'agent principal de la flexion passive des doigts chez les Oiseaux.

L'absence de ce muscle chez un Oiseau percheur est le seul argument capable de démontrer cette proposition d'une manière absolue. *Or, chez le Grand-duc, Oiseau ravisseur et percheur, il n'existe aucune trace du muscle en question, et néanmoins, la flexion du tarse sur la jambe produit nécessairement la flexion des doigts. C'est donc, avant tout, par la forme de l'articulation tibio-tarsienne que nous devons chercher à expliquer ce phénomène sans toutefois négliger les autres dispositions qui peuvent y contribuer pour leur part.*

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS

Séance du 15 octobre 1864.

M. Catalan communique à la Société un mémoire sur la transformation des séries et sur quelques intégrales définies.

M. Catalan présente une note de M. Leclert, membre correspondant, sur les séries.

Séance du 22 octobre 1864.

M. Maxwell communique un appareil de son invention pour le dégagement des gaz.

M. Gaudry décrit et figure divers ossements des Hipparions de Pikermi.

Sur le tore enveloppe, par M. de la Gournerie.

J'appelle *tore enveloppe* la surface de révolution enveloppe des positions d'un cône du second ordre qui tourne autour d'une droite.

Le cercle décrit par le sommet du cône est un parallèle double du tore. Tout cône circonscrit ayant son sommet en un point de ce parallèle, se décompose en deux cônes égaux, dont un est le cône donné dans une de ses positions. L'autre appartient à une seconde série de cônes enveloppés qui suffit, comme la première, pour engendrer la surface.

Le tore enveloppe a deux autres parallèles doubles qui jouissent des mêmes propriétés que le premier. Cette surface a, par suite, trois systèmes de cônes enveloppés formés chacun de deux séries.

L'un des nouveaux systèmes est toujours réel. Les sections des cônes qui le composent, par des plans horizontaux (c'est-à-dire perpendiculaires à l'axe), sont des hyperboles ou des ellipses, suivant que les sections du cône donné, par les mêmes plans, sont des ellipses ou des hyperboles. Quand les sections horizontales du cône donné sont des paraboles, les cônes du nouveau système se confondent avec ceux du premier.

Le troisième parallèle double peut être réel ou imaginaire. Même quand il est réel, les cônes enveloppes qui ont leurs sommets à ses différents points sont imaginaires.

Le tore enveloppe est une surface du huitième ordre qui s'abaisse au quatrième quand le cône donné est un cylindre horizontal. La méridienne du tore est alors une conique. Deux des parallèles doubles ont des rayons infinis. Le troisième est quelquefois réel et quelquefois imaginaire. Les cônes enveloppes qui ont leur sommet en un de ses points ont pour sections horizontales des cercles.

Réciproquement, quand un cône, ayant pour sections horizontales des cercles, tourne autour d'un axe vertical, la surface de révolution enveloppe de ses positions a pour méridienne une conique.

La surface engendrée par la révolution d'une hyperbole autour d'une droite située dans son plan et parallèle à son axe non transverse, est l'enveloppe des positions qu'occupe, dans une révolution complète, un cylindre dont les génératrices ont la même inclinaison que les asymptotes de l'hyperbole, et dont les sections horizontales sont des cercles. Les projections horizontales des courbes de contact sont des conchoïdes.

Lorsqu'on donne un axe de révolution et un cône dont les sections horizontales sont des cercles, on peut déterminer par

des constructions très faciles la conique méridienne de la surface de révolution enveloppe.

On obtient des théorèmes plus généraux en faisant éprouver une déformation homologique aux cônes enveloppes et à la surface enveloppe.

Séance du 29 octobre 1864.

M. Dareste donne des détails sur de nouvelles recherches concernant la production artificielle des monstres.

M. Moreau communique la suite de ses recherches sur la vessie natatoire des Poissons.

Séance du 5 novembre 1864.

M. Marey met sous les yeux de la Société un enregistreur des températures dont il explique le mécanisme.

M. Moreau annonce qu'il a remarqué qu'une ligature placée sur le canal aérien des Poissons s'accompagne d'une augmentation dans la proportion d'oxygène.

Séance du 12 novembre 1864.

M. Fischer expose ses recherches sur la perforation des Huîtres cultivées à Arcachon.

M. de Saint-Venant fait une communication sur l'élasticité mesurée par la quantité de travail obtenu quand cette propriété est mise en jeu, question que l'auteur a étudiée sur un cylindre tordu.

Sur le mouvement des ondes, par M. de Caligny.

M. de Caligny a communiqué dans cette séance quelques observations sur le mouvement des ondes produites par le balancement d'un bateau de six mètres de long, dans un canal où la profondeur d'eau est d'un mètre, la largeur sur le fond étant de 9^m,80 et la largeur à la ligne d'eau étant de 12^m,20.

Ces observations seront multipliées l'année prochaine, quand on aura enlevé toutes les herbes de ce canal ; mais il n'était pas sans quelque intérêt de les étudier dans l'état actuel, parce qu'il paraît en résulter que les herbes ne s'élevant pas jusqu'au niveau de l'eau sont une cause de diminution quelconque dans la vitesse apparente des ondes *courantes*, de sorte que la présence de ces herbes de fond ferait un effet analogue à une diminution de la profondeur de l'eau sur cette vitesse apparente.

L'auteur variera d'ailleurs les moyens d'observation ; car il est beaucoup plus difficile qu'on ne le croit de mesurer la vitesse des ondes courantes, quand ce ne serait que par suite de la disparition apparente des premières ondes produites par les mouvements du bateau. Ce n'est qu'au bout d'un certain nombre de balancements que la continuité de ces ondes est suffisamment établie sur les points où l'on observe leur passage. Il y a cependant un point curieux à observer ; quand on est à une distance de l'extrémité du canal, telle qu'une vingtaine de mètres, et qu'on donne au bateau un assez petit nombre d'oscillations, on entend, après s'être arrêté, que les ondes en arrivant à cette extrémité du canal donnent un nombre de coups bien nets, sensiblement égal à celui des oscillations du bateau ; c'est-à-dire du nombre de fois que le bateau perpendiculaire à l'axe du canal a été incliné avec une force suffisante vers l'extrémité dont il s'agit. La disparition apparente des premières ondes semble donc un phénomène plus curieux qu'il ne le paraît au premier aperçu. Il n'a pas encore été possible de déterminer jusqu'à quelle distance ce nombre de battements des vagues est à peu près le même que celui des oscillations précitées du bateau. Quelques essais ont été faits à une distance d'environ quatre-vingts mètres de cette extrémité du canal ; mais les bruits environnants aux époques où les observations ont été faites, n'ont pas permis à un seul obser-

vateur de compter avec assez de certitude le nombre des battements des vagues à une telle distance.

La vitesse des ondes courantes dont il s'agit a paru jusqu'à ce jour sensiblement uniforme, quand elles sont occasionnées par d'assez forts mouvements du bateau, c'est-à-dire quand elles ont une longueur qui a paru comprise entre trois et quatre mètres, ce qui sera plus rigoureusement observé l'an prochain. Mais l'essentiel est surtout aujourd'hui de remarquer que les ondes beaucoup plus courtes dont elles sont suivies, quoique résultant du mouvement du même bateau, marchent beaucoup moins vite, leur vitesse ayant paru jusqu'à ce jour tout au plus moitié de celle des premières. L'auteur croit pouvoir en conclure, ce qui semble d'ailleurs conforme aux prévisions des géomètres, qu'il y a une différence bien tranchée entre les ondes dont le mouvement pénètre avec force jusqu'au fond de l'eau, et celles dont l'agitation peut ne se propager avec assez de force qu'à de petites profondeurs. Quant aux ondes produites par un vent régulier, dans le sens de l'axe du canal, leur vitesse a été encore bien moindre, et elle paraît uniforme par un vent suffisamment constant, d'une force donnée. Il n'a pas encore été possible, à cause de la disparition des premières ondes, produites par les forts mouvements du bateau, de mesurer avec assez d'exactitude la vitesse des ondes, même dans les parties suffisamment nettoyées du canal, pour affirmer d'une manière assez positive s'il y a une différence bien marquée entre la vitesse de ces ondes et celle qu'une onde *solitaire* aurait dans les mêmes circonstances pour une même hauteur au-dessus de l'eau supposée tranquille. Il paraît cependant que l'onde solitaire marcherait sensiblement plus vite, d'après le plus grand nombre d'observations faites jusqu'à présent. Mais ce résultat ne doit être accueilli qu'avec réserve, puisque d'après les observations présentées à la Société dans la dernière séance de 1858, la vitesse de l'onde *solitaire* s'est trouvée sensiblement la même que celle des ondes *courantes* produites par le mouvement de va-et-vient vertical d'un prisme alternativement immergé; or ces premières expériences étaient susceptibles de beaucoup plus de précision.

Parallèlement à l'axe du canal est disposé un treillage formant des carrés bien réguliers. Il était intéressant d'observer les mouvements apparents de *ses images* dans l'eau. La partie

verticale du treillage offre des ondulations apparentes successives comme celles d'une corde agitée. Ces ondulations, quand on les regarde d'un côté, semblent monter, mais descendre quand on les regarde de l'autre. Elle semblent stationnaires, quand on les regarde perpendiculairement à l'axe du canal. Quant aux ondulations des images des parties horizontales du treillage, elles semblent marcher dans le sens du mouvement apparent des ondes, de sorte que si ces ondes changent de sens, on s'en aperçoit au mouvement apparent de ces images.

Dans une portion très-éloignée du canal, était disposée une véritable plage inclinée, couverte de feuilles, à cause de l'époque de la saison où se faisaient ces expériences. On a pu constater, la longueur du bateau étant parallèle au rivage, que les feuilles étaient repoussées vers ce rivage en vertu des ondes produites par les balancements du bateau, d'une manière qui semble confirmer des idées émises par M. Cialdi sur cette matière, dans son ouvrage sur les ondes et les courants de la mer, dont il a fait hommage à la Société. Il est intéressant de remarquer, si le bateau est ainsi dans le sens de l'axe d'un canal suffisamment régulier, que les ondes produites par ces balancements, après avoir frappé les rives, produisent ensuite d'autres ondes régulières qui s'étendent comme une barre sur toute la largeur du canal. Cela est même très-commode pour faire des observations, parce que le bateau étant à son point d'attache ordinaire, on a plus de temps pour s'élancer à la suite des ondes dont il est intéressant de suivre la marche, quand on parvient à force de patience à régler sa course sur leur vitesse apparente.

Séance du 19 novembre 1864.

M. Alix fait une communication sur la disposition des muscles de l'abdomen.

Discussion sur ce point avec M. Fischer.

Sur les muscles pyramidaux, par M. Alix.

Quelle place doit-on assigner dans la formule générale du système musculaire d'un animal vertébré à ces faisceaux triangulaires que l'on rencontre dans l'épaisseur de la paroi antérieure de l'abdomen et que l'on désigne sous le nom de *muscles pyramidaux* ?

Comme ils sont immédiatement appliqués aux muscles grands droits antérieurs entre ceux-ci et l'aponévrose du grand oblique, on a coutume, dans la description, de les réunir aux muscles droits en les considérant comme des faisceaux accessoires de ces derniers muscles. Cependant ils en diffèrent à la fois par la direction des fibres et par le mode d'insertion.

Les fibres des muscles grands droits, ainsi que le nom l'indique, marchent parallèlement à l'axe du corps. Les deux muscles sont complètement séparés l'un de l'autre et ne s'attachent pas à la ligne blanche.

Au contraire, les muscles pyramidaux ont toutes leurs fibres dirigées obliquement; toutes ces fibres, partant du pubis, viennent se terminer sur la ligne blanche. Or, tandis qu'elles croisent la direction de celles du droit antérieur, elles sont parallèles à celles du muscle grand oblique. On sait que les faisceaux fibreux dont se compose l'aponévrose du grand oblique s'entre-croisent sur la ligne médiane, de telle sorte que ceux de droite se dirigent vers le pubis gauche, et ceux de gauche vers le pubis droit. De même, le muscle pyramidal du côté gauche semble continuer un plan de fibres aponévrotiques venues du côté droit, et le muscle pyramidal du côté droit semble continuer un plan aponévrotique venant du côté gauche.

Il résulte de là que c'est à la couche du grand oblique, et non à celle du grand droit antérieur que les muscles pyramidaux doivent être rattachés, et que, par conséquent, si l'on considère le système musculaire d'un animal vertébré comme composé de deux couches, l'une circulaire, l'autre longitudinale, c'est dans la couche circulaire qu'ils doivent être placés.

Séance du 26 novembre 1864.

M. de Saint-Venant rappelle et développe le théorème de M. Cauchy, relatif à l'élasticité et à la dilatation suivant trois dimensions perpendiculaires entre elles.

M. Marey communique ses recherches sur un baromètre portatif de petite dimension.

M. Janssen expose le résultat de recherches sur les raies telluriques du spectre solaire.

Théorie de l'élasticité des solides ou cinématique de leurs déformations, par M. de Saint-Venant.

M. de Saint-Venant communique une démonstration simple et purement géométrique de la réductibilité de toute déformation d'une petite portion d'un corps à trois dilatations ou contractions dans des directions orthogonales qui ne cessent pas d'être orthogonales.

Cette réductibilité a été démontrée en 1826 par Cauchy (*Exerc. de math.*), au moyen d'une analyse où il développait par la série de Taylor à trois variables, les différences Δu , Δv , Δw , entre les déplacements u , v , w dans le sens des coordonnées x , y , z , de deux points très-voisins, suivant les puissances des différences x , y , z de leurs coordonnées; et où, en se bornant aux premières puissances à cause de la petitesse supposée de ces différences, il déduisait, de ces développements, les longueurs nouvelles prises par les rayons d'une petite sphère, ce qui lui montrait qu'elle s'est changée en un ellipsoïde dont les axes donnent les grandeurs et les directions des trois dilatations en question, appelées par lui *principales*.

M. Desmousseaux de Givré a montré, dans une des séances de la Société des ingénieurs civils du premier trimestre 1864, que ce changement d'une sphère en un ellipsoïde pouvait être établi en ne faisant qu'indiquer, sans l'effectuer, un calcul analytique basé comme celui de Cauchy sur la *linéarité* supposée des expressions des déplacements relatifs en fonction des coordonnées relatives (1).

(1) M. de Givré donne, à la fin de sa note, un deuxième démonstration

M. de Saint-Venant fait voir que la même proposition peut être établie sans calcul effectué ni même indiqué, et d'une manière purement géométrique très-simple.

En effet, dit-il, la déformation du corps, supposée s'opérer avec *continuité* d'une partie à l'autre, change les lignes droites matérielles en lignes courbes aussi *continues*, et qui, par conséquent, dans chaque élément très-petit du corps, peuvent être regardées comme des lignes droites. De cette simple supposition il résulte : 1° que les petites lignes primitivement parallèles restent parallèles; car, autrement, celles qui les coupent perpendiculairement deviendraient courbes; 2° que ces petites parallèles se dilatent toutes également, et chacune uniformément d'un bout à l'autre; car, autrement, leurs transversales obliques se courberaient.

Toutes les cordes d'une même sphère, parallèles entre elles, s'allongent donc dans des proportions égales, et autant d'un côté que de l'autre du plan diamétral qui les coupe par moitié et qui reste plan; et si l'on considère trois systèmes de pareilles cordes, dans des directions primitivement orthogonales, celles de chaque système s'inclinent toutes également sur celles de chacun des deux autres.

Une pareille modification *change la sphère en un ellipsoïde* comme on sait, et comme il est d'ailleurs évident puisque chaque coupe circulaire sera changée en une de ses perspectives.

Si l'on détermine les axes de cet ellipsoïde au moyen de la connaissance qu'on a des trois diamètres conjugués dans les-

simpl et ingénieuse de la réductibilité de toute modification éprouvée par un élément à trois *rotations* et aux trois dilatations principales ci-dessus. Elle consiste à prendre de nouveaux axes coordonnés rectangulaires, tels que six des neuf coefficients des premières puissances de x , y , z , soient égaux deux à deux et de signe contraire, ce qui réduit les six termes où ils entrent à ne représenter que de simples rotations, qui, étant abstraite, ne laissent subsister que trois termes représentant évidemment les dilatations en question. Mais il manque, à cette démonstration, de développer le calcul, simplement indiqué, de manière à prouver qu'il existe toujours un système de nouveaux axes remplissant cette condition, qui revient à ce qu'on a en égalant à zéro les trois *glissements* nouveaux ou les inclinaisons mutuelles qu'une déformation fait prendre aux trois axes coordonnés.

quels se sont changés trois diamètres orthogonaux de la sphère, on obtient les dilatations principales en direction comme en grandeur.

Sur les raies telluriques du spectre solaire, par M. Janssen.

J'ai l'honneur de présenter à la Société un résumé succinct des nouvelles recherches que je viens de faire sur les raies telluriques du spectre solaire, en vertu d'une mission de M. le ministre de l'instruction publique, mission donnée sur un rapport favorable de l'Académie des sciences, en date du 2 mai 1864.

J'ai déjà eu l'honneur de faire part à la Société des premiers résultats que j'avais obtenus sur ce sujet.

Dans cette communication, j'annonçais que les bandes obscures découvertes par M. Brewster dans le spectre solaire quand le soleil est près de l'horizon ; que ces bandes, dis-je, se résolvent en raies déterminées comparables aux raies solaires proprement dites ; que ces raies sont toujours visibles quelle que soit la hauteur du soleil ; enfin, que ces raies présentent des variations d'intensité aux diverses heures du jour qui paraissent en rapport avec les épaisseurs atmosphériques traversées par les rayons solaires.

En outre, j'ai eu l'honneur de présenter en même temps des cartes très-détaillées, où la distinction entre les raies dues à l'action de notre atmosphère, et que j'appelle, en conséquence, telluriques, est indiquée avec celles qui sont purement solaires. Ces cartes comprenaient la portion C D du spectre.

La communication que j'ai l'honneur de faire aujourd'hui peut se résumer ainsi :

J'ai constaté dans les études que je viens de faire sur le Faulhorn à près de 3000 mètres de hauteur :

Que l'intensité des raies telluriques décroît à mesure qu'on s'élève dans l'atmosphère ;

Que les intensités de ces raies, pour une même hauteur du soleil sur une montagne et dans la plaine, sont loin d'être les mêmes ; elles sont d'autant plus faibles pour une même hauteur du soleil que la montagne est plus élevée ;

Que la présence des nuages et vapeurs atmosphériques sur le

trajet des rayons solaires n'augmente point l'intensité de ces raies, d'où il résulte que les nuages, brouillards, vapeurs atmosphériques ne sauraient être considérés comme cause du phénomène ; mais que la quantité totale de vapeur d'eau, à l'état de fluide élastique, que contient l'atmosphère, a, au contraire, une influence nettement appréciable sur le phénomène. Je me propose d'instituer des expériences directes pour démontrer d'une autre manière cette action ;

Que dans le spectre solaire la région comprise entre A et B, est presque exclusivement sillonnée de raies telluriques, notamment le groupe A de Fraunhofer. Les cartes de M. Kirchhoff ne présentent point de raies métalliques pour ce groupe, résultat qui s'accorde avec mes conclusions.

Enfin, j'ai annoncé que dans une expérience faite sur le lac de Genève, entre Genève et Nyon, j'avais constaté la présence des bandes telluriques dans le spectre d'une flamme (flamme d'un bûcher de bois de sapin) qui de près n'en donnait aucune ; expérience qui me paraît démontrer d'une manière certaine l'action absorbante élective de notre atmosphère.

Séance du 3 décembre 1864.

M. Berthelot expose la suite de ses recherches sur la décomposition de l'acide formique.

M. Quet est élu membre titulaire dans la seconde section.

M. Transon donne quelques détails relatifs à l'analogie qui existe entre les équations algébriques et les équations linéaires.

Nouvelles analogies entre l'algèbre et le calcul intégral, par
M. Abel Transon.

M. Abel Transon communique la solution du problème suivant :
« Étant données deux équations différentielles linéaires, trouver
» sans aucune intégration les coefficients de l'équation linéaire
» de l'ordre le plus élevé dont l'intégrale générale satisfait aux
» deux premières. » — Cette recherche correspond à celle du

plus grand commun diviseur entre deux polynomes algébriques. On connaît d'ailleurs le théorème de M. Libri, démontré par M. Liouville, et dont voici l'énoncé : « Une équation linéaire à » des variables de l'ordre n étant donnée, si on connaît une » autre équation différentielle de l'ordre m , également linéaire, entre les mêmes variables, et qui doit exister en » même temps que la première, on pourra toujours, et sans » effectuer aucune intégration, former une troisième équation » linéaire de l'ordre $n-m$, de telle manière que l'équation de » l'ordre n sera décomposée en deux autres qui seront respectivement de l'ordre m et de l'ordre $n-m$, et à l'aide desquelles » on pourra intégrer l'équation proposée. » — Cette réduction d'une équation à deux autres plus simples répond manifestement à la possibilité de partager une équation algébrique en deux autres lorsqu'on sait qu'elle a pour facteur un polynome de forme donnée.— M. Abel Transon fait voir que la combinaison du théorème de M. Libri avec le problème dont il présente la solution donne le moyen de fonder pour les équations différentielles linéaires une théorie tout à fait équivalente à celle qu'on connaît en algèbre sous le nom de *Théorie des racines égales*.

Séance du 10 décembre 1864.

M. Fernet communique ses remarques sur l'étincelle d'induction.

M. Janssen continue l'exposition de ses recherches sur les raies telluriques dans le spectre solaire.

Sur les raies telluriques du spectre solaire, par M. Janssen.

La production de raies fines et déterminées par l'atmosphère terrestre, c'est-à-dire par des fluides aériformes à basse température, étant un fait tout à fait nouveau, puisque jusqu'ici les raies brillantes ou obscures étaient exclusivement produites par des milieux à haute température, il m'a paru nécessaire d'appuyer ma proposition non-seulement par des observations

directes sur le spectre solaire, mais encore en montrant des résultats analogues sur d'autres gaz.

Or, je puis annoncer ici qu'une étude attentive des vapeurs d'acide hypo-azotique, d'iode, de brome, etc., m'a convaincu que ces vapeurs, à la température de notre atmosphère, produisent dans le spectre des bandes *résolubles en raies fines et déterminées* tout à fait comparables aux raies solaires elles-mêmes.

Le fait que j'ai annoncé, à savoir : que notre atmosphère produit dans le spectre solaire tout un système de raies qui lui sont propres, n'est donc point sans faits analogues, mais paraît au contraire se rattacher à un nouvel ordre de phénomènes nombreux et dont il ne serait qu'un cas particulier.

Du reste je crois que, sinon pour tous les gaz au moins pour un très-grand nombre parmi ceux qu'on a reconnus inactifs, on pourrait manifester le phénomène des raies en les prenant sous une épaisseur suffisante.

Je ne concevrais pas, par exemple, comment l'hydrogène, qui n'est en définitive qu'une vapeur métallique énormément loin de son point de liquéfaction, serait inactif, tandis que les autres vapeurs métalliques exercent des actions d'absorption élective si remarquables sur la lumière.

Les physiiciens voudront bien remarquer combien ces recherches étendent le champ de l'analyse spectrale qui pourra s'appliquer désormais à l'étude des fluides aériformes, quelle que soit leur température.

Comme application à la physique céleste, je ferai remarquer, ainsi que j'ai déjà eu occasion de le faire dans une communication à l'Académie de Rome, le 4 janvier 1863, que l'on pourra aborder désormais avec fruit l'étude spectrale des atmosphères planétaires et des milieux cosmiques à basse température.

Sur les effets de la chaleur dans les compresseurs hydrauliques à colonnes liquides oscillantes, par M. A. de Caligny.

M. de Caligny a communiqué dans cette séance quelques observations sur les effets de la chaleur dans les compresseurs hydrauliques à colonnes liquides oscillantes, employées avec succès au tunnel des Alpes.

Dans la localité dont il s'agit, la partie horizontale du siphon renversé plongé au-dessous du niveau de décharge des eaux motrices est très-court, ce qui peut être justifié par des raisons d'économie dans le capital de premier établissement. Mais il est intéressant pour la théorie de voir dans quelles limites cette longueur pourrait être augmentée avec avantage pour l'effet utile, puisque, dans des limites très-étendues, on peut, en général, augmenter la longueur de la partie horizontale d'une colonne liquide oscillante, parce que les résistances passives font fonction des vitesses qui diminuent en général en sens inverse de cette longueur. Quand M. de Caligny s'est occupé pour la première fois de la diminution des effets de la chaleur résultant, soit de cette longueur, soit de ce qu'on pourrait, dans certaines limites, élargir la chambre de compression sans augmenter trop sensiblement la partie des résistances provenant de l'évasement de la colonne, les idées n'étaient pas, en général du moins, fixées d'une manière positive sur la question suivante :

Si une colonne d'air est réduite à une fraction donnée de son volume, la quantité de chaleur dégagée ou produite (peu importe la dispute de mots) est-elle la même si l'air est comprimé assez vite pour conserver par hypothèse toute cette chaleur, ou s'il est comprimé assez lentement pour qu'une partie quelconque de cette chaleur se disperse ou, en un mot, ne se retrouve plus dans l'air comprimé ?

M. de Caligny, ne s'étant pas alors assez spécialement occupé de la nouvelle théorie de la chaleur, avait cru devoir se soumettre d'abord à l'autorité des personnes qu'il avait consultées, et d'après lesquelles la quantité de chaleur dégagée ou produite était la même dans les deux cas. Mais, ensuite, il avait cru devoir émettre un doute, et proposer même à la Société philomathique, au commencement de cette année, une méthode d'expériences pour trancher la difficulté.

Après de nouvelles conférences avec des savants qui se sont beaucoup occupés de la théorie de la chaleur, il lui paraît démontré que la quantité de chaleur, dégagée ou produite dans le sens exprimé ci-dessus, quand l'air est comprimé avec vitesse, est plus grande que si l'air est comprimé assez lentement. Il croit donc devoir en revenir à la première impression qu'il avait eue sur cette théorie, ainsi qu'il en avait dit quelques mots à la Société le 2 mars 1861. Aujourd'hui, d'ailleurs, les connais-

sances sur ce sujet paraissent assez complètes pour qu'on puisse soumettre au calcul, comme cela a été fait depuis par une autre personne, la partie du déchet provenant dans les compresseurs du tunnel des Alpes des effets de la chaleur de l'air comprimé. Le but de cette note est de fixer les idées sur l'utilité de diminuer la vitesse avec laquelle l'air se comprime quand on le peut, toutes choses à peu près égales d'ailleurs, dans le but de diminuer les résistances passives. Il est juste de rappeler que, dans une brochure publiée à Turin, il y a environ six ans, M. Piatti avait parlé de l'avantage qu'il y aurait, selon lui, au point de vue de la diminution de la chaleur, à élargir beaucoup la chambre de compression. M. de Caligny rappelle, d'ailleurs, ses propres expériences qui montrent dans quelles limites on peut élargir, sans beaucoup d'inconvénients, cette chambre de compression, de manière à pouvoir profiter des derniers progrès de la théorie de la chaleur. Pour augmenter l'effet utile, il n'est peut-être pas sans intérêt de remarquer que les chiffres donnés en 1861 par M. de Caligny, comme simple approximation, ne diffèrent pas beaucoup, quant au calcul du déchet provenant des effets de la chaleur, des chiffres trouvés depuis par une méthode plus complète. Il est juste, d'ailleurs, de rappeler qu'au commencement de 1861, des savants très-distingués n'admettaient pas que cette partie du déchet eût de l'importance, comme cela paraît généralement admis aujourd'hui, selon les idées émises par M. de Caligny, et développées depuis, il est vrai, d'une manière que lui-même trouve très-intéressante.

Séance du 17 décembre 1864.

M. Vaillant communique quelques remarques sur la constitution géologique des terrains des environs de Suez.

M. de Caligny dépose une note sur une invention inédite de M. Cagniard-Latour relative à un moyen de remplacer les ressorts employés ordinairement dans l'industrie et dont la résistance est, comme on le sait, variable.

M. Transon continue l'exposition de ses idées sur l'état actuel de l'enseignement de l'algèbre.

Discussion à laquelle MM de la Gournerie, Catalan et Mannheim prennent part.

Séance du 24 décembre 1864.

M. Bert expose les rapports anatomiques des Reptiles et des Oiseaux, et montre, par des arguments tirés des espèces fossiles, que la transition entre ces Vertébrés est moins brusque qu'on ne le croit généralement.

Discussion à laquelle prennent part MM. Fischer et Vaillant.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS.

1865.

TABLE DES MATIERES.

CHANGEMENTS SURVENUS DANS LA SOCIÉTÉ.

	Pages.
Renouvellement du bureau.. . . .	1
M. FONTAN élu membre correspondant.. . . .	5
M. le général MENABREA élu membre correspondant.. . . .	5
M. LE JOLIS élu membre correspondant.. . . .	29
M. Paul MARÈS élu membre titulaire.. . . .	68
Nomination d'un président pour le second semestre.. . . .	110
M. PICARD élu membre titulaire.. . . .	136
M. JANSSEN élu membre titulaire.. . . .	139
M. Alexandre AGASSIZ élu membre correspondant.. . . .	139
M. DEHERAIN élu membre titulaire.. . . .	161
M. RESAL élu membre correspondant.. . . .	161
M. ANGELO SECCHI élu membre correspondant.. . . .	161
M. CAVALIER SAN BARTHOLO élu membre correspondant.. . . .	161

NOTICE NÉCROLOGIQUE

Notice sur les travaux de Gustave Froment, par M. Laussédât..	113
---	-----

PREMIÈRE SECTION. — SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Sur les sommes des puissances semblables des nombres premiers, par M. Bour.....	8
Construction de la tangente en un point de la ligne d'ombre d'une surface de révolution, par M. Mannheim.....	9
Sur une imperfection dans la règle ordinaire pour les maxima et minima relatifs des fonctions de plusieurs variables, par M. Abel Transon.....	10
Théorème sur les surfaces du troisième ordre par M. Moutard..	23
Sur la composition des rotations. par M. Edmond Bour.....	41
Sur ce problème: par un point donné mener des droites double- ment tangentes à un tore, par MM. Janin et Mannheim.....5	54
Sur la surface de Steiner, par M. Moutard.....	66
Etude sur les figures semblables, par M. Grouard.....	68
Sur les principes de la projection gauche, par M. Abel Tran- son.....	97
Etude sur les figures semblables, par M. Grouard.....	104
Sur une surface réglée du huitième ordre dont toutes les géné- ratrices sont tangentes à quatre cônes du second ordre, par M. de la Gournerie.....	124
Construction des centres des circonférences tangentes à trois cir- conférences données et des centres des sphères tangentes à quatre sphères données, par M. E. Stephan.....	133
Sur la courbe lieu des points d'intersection des rayons homolo- gues de deux faisceaux homographiques, par M. E. Rouché..	139
Sur les cônes circulaires roulants, par M. Bour.....	166
Sur les propriétés relatives aux coniques et aux surfaces du se- cond degré, par M. Picquet.....	

DEUXIÈME SECTION. — SCIENCES PHYSIQUES.

Sur un moyen d'obtenir un ressort assez sensiblement constant, par M. de Caligny.....	5
Recherches géométriques sur la réflexion de la lumière polarisée, par M. A. Cornu.....	33, 49, 55
Sur les changements de volume consécutifs à la saturation des dissolutions alcalines par les acides, par M. Jules Regnaud..	43
Sur l'emploi des appareils d'interférence pour la mesure des dif- férences de marche entre deux rayons, par M. A. Cornu.....	64
Sur l'image d'une droite dans un miroir sphérique, par M. A. Cornu	65
Remarques à l'occasion d'objections de M. Gounelle, par M. Guil- lemin	82

Sur les phénomènes qui se passent dans un circuit voltaïque interrompu contenant une bobine, par M. Cazin.....	90, 98
Sur une combinaison cristallisée d'orcine et d'ammoniaque, par M. V. de Luynes.....	94
Sur les écluses de navigation, par M. de Caligny.....	161
Sur quelques relations numériques entre les équivalents chimiques de certains minéraux de filons, par M. A. Cornu.....	203
Considérations relatives aux frottements de l'eau sous de très-grandes pressions, par M. de Caligny.....	205

TROISIÈME SECTION. — SCIENCES NATURELLES.

Sur le muscle fléchisseur de la phalange terminale du pouce chez l'Orang-Outang, par M. Alix.....	2
Sur la cause des mouvements d'extension produits par la strychnine dans les membres postérieurs chez la Grenouille, par M. A. Vulpian.....	3
Sur les affinités de la classe des Oiseaux avec celle des Reptiles vrais, par M. Paul Bert.....	13
De l'articulation tibio-tarsienne dans les Singes anthropoïdes; ligaments de Gratiolet, par M. Alix.....	30
Sur un nouveau cas de reproduction par bourgeonnement chez une Annélide, par M. Léon Vaillant.....	31
Influence du curare sur le système nerveux sympathique des Mammifères, des Oiseaux et des Batraciens, par M. Vulpian..	36
Sur les îles Baléares et leur végétation, par M. Paul Marès.....	59
Sur les mouvements qui se passent à l'état normal dans les veines jugulaires chez les Mammifères, par M. Vulpian.....	75
De l'action du curare sur les nerfs de l'iris et sur les nerfs du cœur, par M. Vulpian.....	79
Sur la signification anatomique des bandelettes contenues dans les lobes optiques des Poissons osseux, et désignées sous le nom de voûte à trois piliers, par MM. Vulpian et Philipeaux.....	86
Sur l'hydrographie des côtes du Brésil, par M. Mouchez.....	95
Sur l'aplatissement du nez et l'existence des os intermaxillaires chez l'Homme, par M. Alix.....	99
Sur le puits artésien de la place Hébert, par M. Laurent.....	101
Contribution à l'étude des venins, par M. P. Bert.....	110, 124
Remarques sur la fleur femelle des Conifères et des Cycadées, par M. A. Gris.....	123
Étude anatomique des Vulselles, par M. Vaillant.....	130
Action de l'acide phénique sur le curare et la strychnine en solutions, par M. P. Bert.....	134
Sur les Oiseaux fossiles de l'époque quaternaire, par M. Alph. Milne Edwards.....	140

Sur quelques points de l'anatomie du Fou de Bassan, par M. P. Bert.....	143
Nouvelles observations sur la myologie du Tarsier, par M. Alix. 147,	168
Réclamation en faveur de Gratiolet.....	163
Expériences sur la transfusion du sang d'Invertébrés dans les voies circulatoires de Vertébrés, par M. Vulpian.....	178
Recherches sur le système sympathique du Poisson-lune, par M. Vulpian, ...	181
Sur la théorie de la mutation moléculaire incessante de la matière organisée dans les êtres vivants, par M. Vulpian.....	187
Sur le <i>Coleanthus subtilis</i> Seidel, par M. Bureau.....	201
Essai sur la forme, la structure et le développement de la plume, par M. Alix.....	209

TABLE DES AUTEURS.

ALIX (P.). — De l'articulation tibio-tarsienne dans les Singes anthropoïdes ; ligaments de Gratiolet.....	30
Essai sur la forme, la structure et le développement de la plume. .	209
Nouvelles observations sur la myologie du Tarsier.....	147, 168
Réclamation en faveur de Gratiolet.....	163
Sur l'aplatissement du nez et l'existence des os intermaxillaires chez l'Homme.....	99
Sur le muscle fléchisseur de la phalange terminale du pouce chez l'Orang-Outang.....	2
BERT (P.). — Action de l'acide phénique sur le curare et la strychnine en dissolutions.....	134
Contribution à l'étude des venins.....	110, 127
Sur les affinités de la classe des Oiseaux avec celle des Reptiles vrais.....	13
Sur quelques points de l'anatomie du Fou de Bassan.....	143
BOUR (Ed.). — Sur la composition des rotations.....	41
Sur les sommes des puissances semblables des nombres premiers.....	8
Sur les cônes circulaires roulants.....	166

BUREAU (Ed.). — Sur le <i>Coleanthus subtilis</i> . Seidel.....	201
DE CALIGNY (A.). — Sur les écluses de navigation.....	161
Sur un moyen d'obtenir un ressort assez sensiblement constant.....	5
Considérations relatives aux frottements de l'eau sous de très-grandes pressions.....	205
CAZIN (A.). Sur les phénomènes qui se passent dans un circuit voltaïque interrompu contenant une bobine.....	90, 98
CORNU (A.). — Recherches géométriques sur la réflexion de la lumière polarisée.....	33, 49, 55
Sur l'emploi des appareils d'interférence pour la mesure des différences de marche entre deux rayons.....	64
Sur l'image d'une droite dans un miroir sphérique.....	65
Sur quelques relations numériques entre les équivalents chimiques de certains minéraux de filons.....	203
DE LA GOURNERIE (M.). — Sur une surface réglée du huitième ordre dont toutes les génératrices sont tangentes à quatre cônes du second ordre.....	124
GROUARD. — Etude sur les figures semblables.....	68, 104
GRIS (A.). — Remarque sur la fleur femelle des Conifères et des Cycadées.....	123
GUILLEMINE (Cl.). — Remarques à l'occasion d'objections de M. Gounelle.....	82
JANIN. — (Voy. Mannheim.)	
LAURENT. — Sur le puits artésien de la place Hébert.....	101
LAUSSEDAI. — Notice sur les travaux de Gustave Froment.....	113
DE LUYNES (V.). Sur une combinaison cristallisée d'orcine et d'ammoniaque.....	94
MANNHEIM. — Construction de la tangente en un point de la ligne d'ombre d'une surface de révolution.....	9
— et JANIN Sur ce problème : par un point donné mener des droites doublement tangentes à un tore.....	54
MARÈS (P.). — Sur les îles Baléares et leur végétation.....	59
MILNE-EDWARDS (Alph.). — Sur les Oiseaux fossiles de l'époque quaternaire.....	140
MOUCHEZ. — Sur l'hydrographie des côtes du Brésil.....	93
MOUTARD. — Sur la surface de Steiner.....	66
Théorème sur les surfaces du troisième ordre.....	23
PICQUET. — Sur les propriétés relatives aux coniques et aux surfaces du second degré.....	196

PHILPEAUX. — (Voy. Vulpian.)

REGNAULD (J.). — Sur les changements de volume consécutifs à la saturation des dissolutions alcalines par les acides.....	43
ROUCHÉ (E.). — Sur la courbe lieu des points d'intersection des rayons homologues de deux faisceaux homographiques.....	139
STEPHAN (E.). — Construction des centres des circonférences données et des centres des sphères tangentes à quatre sphères données.....	133
TRANSON (A.). — Sur les principes de la projection gauche....	97
Sur une imperfection dans la règle ordinaire pour les maxima et minima relatifs des fonctions de plusieurs variables.....	10
VAILLANT (L.). — Étude anatomique des Vulsellés.....	130
Sur un nouveau cas de reproduction par bourgeonnement chez une Annélide.....	31
VULPIAN. — De l'action du curare sur les nerfs de l'iris et sur les nerfs du cœur.....	79
Expériences sur la transfusion du sang d'Invertébrés dans les voies circulatoires de Vertébrés.....	178
Influence du curare sur le système nerveux sympathique des Mammifères, des Oiseaux et des Batraciens.....	36
Recherches sur le système sympathique du Poisson lune... ..	181
Sur la cause des mouvements d'extension produits par la strychnine dans les membres postérieurs chez la Grenouille.....	3
Sur la théorie de la mutation moléculaire incessante de la matière organisée dans les êtres vivants.....	187
Sur les mouvements qui se passent à l'état normal dans les veines jugulaires chez les Mammifères.....	75
— et PHILPEAUX. — Sur la signification anatomique des bandelettes contenues dans les lobes optiques des Poissons osseux, et désignées par le nom de voûte à trois piliers.....	86

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS.

Séance du 7 Janvier 1865.

PRÉSIDENCE DE M. VULPIAN.

La Société reçoit une note de M. Brassine sur l'analogie des équations différentielles linéaires à coefficient variable avec les équations algébriques.

M. Alix fait une communication sur le muscle fléchisseur de la phalange terminale du pouce chez l'Orang-Outang; tendon de Gratiolet.

M. Vulpian communique une note sur la cause des mouvements d'extension produits par la strychnine dans les membres postérieurs de la Grenouille.

Renouvellement du bureau.

Sont élus :

M. de la Gournerie, président ;

M. Léon Vaillant, secrétaire ;

MM. Alix et Fischer, vice-secrétaires ;

M. Catalan, archiviste ;

M. Laboulaye, trésorier ;

MM. Desains, Dausse, Wolf, membre de la commission des comptes.

Sur le muscle fléchisseur de la phalange terminale du pouce chez l'Orang-Outang; tendon de Gratiolet, par M. Alix.

« Dans ces derniers temps, en faisant avec M. Gratiolet la dissection d'un Orang-Outang, nous avons pu observer dans la disposition des muscles du pouce une particularité intéressante.

» A la main postérieure ou pied-main de l'Orang-Outang, le tendon qui correspondrait à celui du muscle que l'on désigne chez l'Homme sous le nom de long fléchisseur du pouce, manque d'une manière absolue, et la phalange terminale semble, au premier abord, dépourvue de muscle fléchisseur. Mais la nature, usant d'un artifice ingénieux, a remplacé le tendon absent par celui d'un autre muscle.

» En effet, chez tous les Singes, les fibres de l'abducteur du pouce ne s'insèrent pas seulement à l'os sésamoïde externe et à la base de la première phalange; une partie de ses fibres se rendent sur un tendon qui manque chez l'Homme, et qui, chez ces animaux, se place au côté externe de la première phalange pour aller se terminer au côté externe de la base de la seconde phalange.

» Chez tous les Singes, à l'exception de l'Orang-Outang, ce tendon est latéral; chez l'Orang-Outang, il se place dans l'axe même de la première phalange et s'insère à la base de la phalange terminale, dans le lieu même où l'on cherche en vain le tendon du long fléchisseur.

» Par là, ce pouce, si réduit dans ses dimensions, est encore capable de flexion, et, en même temps, il acquiert un tel degré d'indépendance, qu'il peut se renverser fortement en arrière, au point de devenir presque parallèle au talon, mouvement que lui imprime un muscle adducteur volumineux, placé en partie en dedans du métatarse, charnu dans toute son étendue, et à peine bridé par l'aponévrose plantaire interne.

» A la main proprement dite, le pouce, excessivement réduit, manque aussi de long fléchisseur. Mais il y a également un petit tendon qui émane du muscle adducteur, et vient s'insérer de la même manière à la base de la phalange terminale.

» Cette disposition, qui n'est pas moins importante à considérer au point de vue du type qu'au point de vue des mouvements, n'a pas encore été signalée. Aussi, pour mieux mettre le fait en évidence, je proposerai de nommer ce tendon terminal de l'abducteur du pouce à la main postérieure (adducteur à la main antérieure) de l'Orang-Outang : *tendon de Gratiolet*. »

Sur la cause des mouvements d'extension produits par la strychnine dans les membres postérieurs chez la Grenouille,
par M. A. Vulpian.

Les convulsions que la strychnine détermine chez la Grenouille ont une physionomie particulière bien connue des physiologistes. Il y a, comme on le sait, flexion de la tête sur le tronc, extension des membres postérieurs, et le plus souvent adduction des membres antérieurs, dont les avant-bras sont fléchis sur les bras et dont les mains sont rapprochées ou même croisées sous le corps. Dans un travail considérable sur les mouvements réflexes (1), M. Cayrade a cherché à se rendre compte de la forme si remarquable des convulsions du strychnisme, et il se croit autorisé à admettre que la strychnine agit d'une façon presque exclusive sur les muscles extenseurs. Il est évident que, dans cette interprétation, il laisse de côté les phénomènes spasmodiques qui se manifestent dans les membres antérieurs et dans les autres parties du corps, pour ne s'occuper que de ceux qui ont lieu dans les membres postérieurs. Il appuie sa théorie sur plusieurs expériences, dont la plus décisive consiste à couper sur un des membres postérieurs d'une Grenouille les muscles extenseurs, tandis que l'autre membre est laissé intact. On empoisonne alors la Grenouille avec de la strychnine, et lorsque se montrent les convulsions, on voit le membre qui n'a pas été opéré agité de mouvements spasmodiques d'extension, tandis que le membre dont les muscles extenseurs

(1) *Recherches critiques et expérimentales sur les mouvements réflexes*, thèses de Paris, 1864, n° 51.

sont coupés demeure à peu près immobile. Or, il est clair que si la strychnine portait son action également sur les muscles fléchisseurs et extenseurs, et si l'extension observée dans le membre sain n'était que le résultat de la prédominance de force des muscles extenseurs comparés aux fléchisseurs, on devrait voir les divers segments du membre opéré se fléchir convulsivement, puisque l'antagonisme des muscles extenseurs a été anéanti par l'opération.

Si le fait expérimental invoqué par M. Cayrade était réellement tel qu'il l'indique, il serait difficile de se refuser à admettre son interprétation, et la physiologie des empoisonnements aurait à enregistrer un résultat des plus intéressants. Mais en réalité les choses se passent d'une façon très-différente. Lorsqu'on fait l'expérience instituée par M. Cayrade, si l'on n'insinue sous la peau de l'animal qu'une très-faible quantité de strychnine ou d'un sel de cette substance, on constate que, lorsque les convulsions éclatent, le membre postérieur sain s'étend d'une façon spasmodique, tandis que du côté opéré la jambe se fléchit sur la cuisse, le pied sur la jambe ; et il en est de même à chaque secousse convulsive. Bientôt les convulsions cessent ; après avoir diminué progressivement d'intensité, l'animal est dans un état de mort apparente. Si la quantité de strychnine n'a pas été assez faible, la période convulsive est très-courte, et il est difficile de bien observer les différences dont nous parlons. Mais si la Grenouille empoisonnée est laissée dans un endroit frais et humide, la léthargie produite par la strychnine se dissipera au bout d'un temps variable, vingt-quatre ou quarante-huit heures par exemple, et une nouvelle période convulsive, période de retour, se manifestera bien plus longue que la première. Les mouvements spasmodiques seront très-violents, et l'on pourra alors constater très-aisément des flexions énergiques des divers segments du membre opéré les uns sur les autres, pendant que le membre sain s'étendra convulsivement.

Il faut donc attribuer la forme particulière des convulsions des membres postérieurs chez la Grenouille, non pas à une action élective qu'exercerait la strychnine sur les muscles extenseurs par l'intermédiaire de la moelle épinière, mais bien à la puissance plus grande de ces muscles.

Séance du 14 Janvier 1865.

PRÉSIDENCE DE M. DE LA GOURNERIE.

La Société décide que le président et le secrétaire seront adjoints à la commission de publication.

M. Alix fait une communication sur la manière de comprendre le système musculaire et les formules anatomiques.

Séance du 21 Janvier 1865.

PRÉSIDENCE DE M. DE LA GOURNERIE.

La Société accepte un pli cacheté remis par M. du Moncel.

M. Fontan, docteur en médecine à Bagnères-de-Luchon, et M. le général Menabrea, membre de l'Académie de Turin, sont élus membres correspondants.

M. de Caligny expose ses observations relatives à l'emploi du procédé imaginé par Cagniard de Latour, pour obtenir un ressort assez sensiblement constant.

M. du Moncel fait une communication sur un nouveau système d'électro-aimant à fil découvert, imaginé par M. Carlier.

*Sur un moyen d'obtenir un ressort assez sensiblement constant,
par M. de Caligny.*

M. de Caligny a communiqué dans cette séance quelques observations relatives à l'emploi du procédé imaginé par Cagniard de Latour, pour obtenir un ressort assez sensiblement constant.

Dans la communication qu'il a faite dernièrement à ce sujet, M. de Caligny s'est contenté d'énoncer le plus simplement possible ce que lui avait dit M. Cagniard de Latour. Depuis cette époque, on lui a fait des objections sur la possibilité d'appliquer ce procédé à des oscillations qui ne seraient pas d'une extrême lenteur. Cela lui a donné occasion d'étudier la question à ce point de vue.

Supposez un tube au sommet duquel serait fait ce qu'on

appelle le vide barométrique ; ce sommet étant bouché, et l'extrémité inférieure étant ouverte et plongée, comme il l'a expliqué, dans un bain de mercure par exemple. Il est certain que le frottement du liquide se réunira aux autres causes quelconques qui peuvent rendre la résistance contre le tube tiré de bas en haut moins sensiblement constante que si l'on avait à vaincre seulement la pression atmosphérique sur le sommet. Mais, s'il en résultait des oscillations dans la colonne liquide à l'intérieur de ce tuyau vertical, cela n'empêcherait pas le principe de l'appareil de subsister, tant que ces oscillations n'atteindraient pas le sommet du tube. Il n'en est pas moins intéressant d'étudier la remarque suivante.

Supposez, par exemple, que l'eau soit le liquide employé et qu'on tire le tube de bas en haut ; il pourra résulter du frottement et de l'adhérence de l'eau un exhaussement quelconque de ce liquide au-dessus du niveau où il serait resté en équilibre, s'il n'y avait pas eu de mouvement. Quand cette ascension quelconque sera finie, si le tube restait en repos, il y aurait une oscillation quelconque en retour au-dessous du niveau d'équilibre stable. Or, si pendant celle-ci le tube reçoit du moteur un mouvement assez régulier de haut en bas, le frottement et l'adhérence du liquide pourront-ils tendre à augmenter l'amplitude de cette oscillation en retour ? Si, lorsque celle-ci sera finie, on relève le tube, l'oscillation montera-t-elle plus haut que la première fois ?

Il ne paraît pas, pour diverses raisons, que le frottement et l'adhérence puissent augmenter de plus en plus les hauteurs obtenues ; en un mot, qu'on doive craindre pour un mouvement oscillatoire régulier que l'oscillation ne finisse par frapper le sommet du tube. Mais il est plus simple de consulter l'expérience sur les effets combinés en sens contraire des frottements et des émergences ou des immersions successives des parois inférieures du tube, etc.

Pour s'en assurer, M. de Caligny a fait l'observation suivante : il a pris un tube vertical en zinc, plongé en partie dans un seau rempli d'eau. Ce tube ayant un diamètre de 5 centimètres et une hauteur de 37 centimètres, il était facile d'observer les mouvements à l'intérieur pendant diverses

séries d'oscillations plus ou moins rapides. Malgré le dénivellements provenant du frottement, etc., il ne s'est rien produit de semblable (même après un grand nombre d'oscillations) aux exhaussements notables dont la crainte avait pu être signalée. Il est vrai qu'ici le tube était ouvert à ses deux extrémités, et qu'il n'y avait point de vide barométrique; mais le principe d'exhaussements par oscillations aurait été évidemment analogue s'il avait fallu en tenir compte relativement à cet appareil.

Il résulte de ce qui précède, que le procédé de Cagniard de Latour est plus généralement applicable qu'on n'aurait pu le croire au premier aperçu, et qu'il était réellement intéressant d'en conserver la trace pour la science et l'industrie. C'est d'ailleurs le mercure dont l'emploi paraît avoir été préféré par Cagniard de Latour pour l'application de ce procédé.

Séance du 28 Janvier 1865.

PRÉSIDENCE DE M. DE LA GOURNERIE.

M. Berthelot fait une communication sur les combinaisons du sucre avec la chaux et l'acide carbonique.

M. Fischer présente de nouvelles observations sur les Stylières et l'organe auditif de quelques Mollusques gastéropodes.

Séance du 4 Février 1865.

PRÉSIDENCE DE M. DE LA GOURNERIE.

M. A. Gris est adjoint comme rapporteur à la commission chargée de présenter M. Le Jolis au titre de membre correspondant.

M. le général Menabrea adresse ses remerciements pour sa récente nomination au titre de membre correspondant.

M. Catalan, au nom de M. Bour, fait une communication sur les sommes des puissances semblables des nombres entiers.

M. Mannheim fait connaître une construction simple de la tangente en un point de la ligne d'ombre d'une surface de révolution.

M. Transon fait une communication sur une imperfection dans la règle ordinaire pour les maxima et minima relatifs des fonctions de plusieurs variables.

Sur les sommes des puissances semblables des nombres premiers, par M. Bour.

« Si l'on représente généralement par S_p la somme des puissances $p^{\text{ièmes}}$ des n premiers nombres entiers, on peut d'abord supposer :

$$S_p = \frac{1}{2} X_p \quad , \quad S_p = \frac{1}{2} (2n + 1) X_p; \quad (1)$$

suivant que l'exposant p est *impair* ou *pair*.

» Si l'on fait ensuite $x = n (n + 1)$, et que l'on désigne par i un nombre impair, on aura, en général :

$$\begin{aligned} X_i + \frac{i(i-1)}{2 \cdot 3} X_{i-2} + \frac{i(i-1)(i-2)(i-3)}{2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5} X_{i-4} + \dots + \\ \frac{i(i-1)}{2 \cdot 3} X_3 + X_1 = x + \frac{i-2}{2} x^2 + \frac{(i-3)(i-4)}{2 \cdot 3} x^3 + \\ \frac{(i-4)(i-5)(i-6)}{2 \cdot 3 \cdot 4} x^4 + \dots + \frac{x^{\frac{i+1}{2}}}{\frac{i+1}{2}}, \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} i X_{i-1} + \frac{i(i-1)(i-2)}{1 \cdot 2 \cdot 3} X_{i-3} + \dots + \frac{i(i-1)}{1 \cdot 2} X_2 = \\ 1 + (i-2)x + \frac{(i-3)(i-4)}{1 \cdot 2} x^2 + \dots + x^{\frac{i-1}{2}}. \end{aligned} \quad (3)$$

» L'équation (3) s'obtient en prenant la dérivée de l'équation (2): dérivée symbolique pour le premier membre, effective pour le second.

» Au lieu des deux relations précédentes, on peut encore employer celles-ci :

$$\begin{aligned} \frac{i-1}{2} X_{i-2} + \frac{(i-1)(i-2)(i-3)}{2 \cdot 3 \cdot 4} X_{i-4} + \dots + \frac{(i-1)(i-2)}{2 \cdot 3} X_3 \\ + X_1 = x + \frac{i-3}{2} x^2 + \frac{(i-4)(i-5)}{2 \cdot 3} x^3 + \dots + x^{\frac{i-1}{2}}, \end{aligned} \quad (4)$$

$$\frac{(i-1)(i-2)}{1 \cdot 2} X_{i-3} + \frac{(i-1)(i-2)(i-3)(i-4)}{1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4} X_{i-5} + \dots$$

$$+ \frac{(i-1)(i-2)}{1 \cdot 2} X_2 = 1 + (i-3)x + \frac{(i-4)(i-5)}{1 \cdot 2} x^2 + \dots$$

$$+ \frac{i-1}{2} x^{\frac{i-3}{2}}. \quad (5)$$

» Si l'on résout ces diverses équations par rapport aux inconnues X , on trouve :

$$(2i+1) X_{2i} = x^i - \frac{i(i-1)}{2 \cdot 3} x^{i-1}$$

$$+ \frac{i(i-1)(i-2)(7i-1)}{3 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 6} x^{i-2} - \dots \quad (6)$$

» La seule remarque intéressante à faire, c'est que, ces mêmes équations étant linéaires, à chaque équation relative à X_i , répond une équation qui s'obtient en différenciant la première, et réciproquement. Aussi, peut-on se contenter de calculer directement les sommes à indices pairs; par exemple, ayant trouvé :

$$X_6 = \frac{x}{3 \cdot 7} - \frac{x^2}{7} + \frac{x^3}{7},$$

on obtient, en intégrant, et en supprimant le dénominateur :

$$X_7 = \frac{x^2}{2 \cdot 3} - \frac{x^3}{3} + \frac{x^4}{4} \quad (*).$$

» (Gray, le 12 janvier 1865,) »

Construction de la tangente en un point de la ligne d'ombre d'une surface de révolution, par M. Mannheim.

« L'axe de révolution de la surface éclairée est supposé perpendiculaire au plan horizontal de projection.

» M est le point de la ligne d'ombre, M R le rayon lumineux qui passe par ce point.

(*) M. Prouhet a fait une remarque analogue (*Sturm, Cours d'analyse*, t. II, p. 337).

» On substitue à la surface donnée une surface du 2^e ordre osculatrice tout le long du parallèle qui contient M.

» Cette surface osculatrice est de révolution autour de l'axe de révolution de la surface donnée.

» On cherche la courbe d'ombre sur cette surface du 2^e ordre, en considérant pour point lumineux la trace T du rayon M R sur le plan parallèle au plan vertical de projection mené par l'axe de révolution.

» Par suite du choix de ce point lumineux auxiliaire, cette courbe d'ombre se projette verticalement, suivant une droite passant par M. Cette droite est la tangente cherchée.

» La courbe méridienne de la surface osculatrice est une conique osculatrice de la méridienne de la surface, et dont l'un des axes est l'axe de révolution.

» Voici comment on construit cette conique : (D) est l'axe donné, A le point de la méridienne auquel correspond le centre de courbure connu α ; au point N, où A rencontre (D), on élève une perpendiculaire à A α ; du point α on abaisse une perpendiculaire sur (D) ; ces deux lignes se coupent en P : la droite qui joint le point A au point P, coupe (D) au centre O de la conique.

» Ce centre O, qui n'est autre que le centre de la surface du 2^e ordre osculatrice, suffit pour le problème actuel. Voici comment on l'emploie :

» On prend sur cette surface du 2^e ordre le parallèle symétrique, par rapport à O, du parallèle qui contient M, et l'on construit le point de la courbe d'ombre sur ce parallèle. Cette détermination s'exécute facilement à l'aide de constructions connues, à cause de la position particulière du point T. C'est le point ainsi construit qui, joint au point M, donne la tangente à la ligne d'ombre. »

Sur une imperfection dans la règle ordinaire pour les maxima et minima relatifs des fonctions de plusieurs variables, par M. Abel Transon.

M. Abel Transon signale une imperfection dans la règle ordinaire pour les maxima et minima relatifs des fonctions

de plusieurs variables. Ainsi lorsqu'on veut rendre maximum ou minimum une fonction de deux variables entre lesquelles on suppose qu'il existe une équation de condition, il ne suffira pas, comme on l'enseigne communément, après avoir éliminé de la différentielle première de cette fonction la différentielle de l'une des variables, d'égaliser à zéro le coefficient de la différentielle non éliminée pour, avec ce coefficient annulé et l'équation de condition, former un système d'où on tire des valeurs des variables propres à rendre la fonction proposée un maximum ou un minimum. Car tout système de valeurs dans lequel la variable dont la différentielle n'a pas été éliminée serait elle-même, en vertu de l'équation de condition, un maximum ou un minimum, rendra également nulle la différentielle première de la fonction proposée sans d'ailleurs annuler nécessairement le coefficient de la différentielle non éliminée. Un tel système pourra donc, quoique échappant à la règle ordinaire, satisfaire à la question.

Après avoir confirmé cette remarque par des exemples particuliers, M. Abel Transon l'étend au cas général où il s'agirait de trouver les maxima et minima d'une fonction de $m + n$ variables entre lesquelles il y aurait n équations de condition. Il montre qu'il existe alors $m + 1$ systèmes distincts de $m + n$ équations dont les solutions annulent la différentielle première de la fonction proposée. Chacun de ces systèmes comporte un ou plusieurs ensembles de $m + n$ variables qui peuvent satisfaire à la question... Cependant la règle ordinaire ne signale qu'un seul de ces $m + 1$ systèmes d'équations. On voit par là combien il s'en faut qu'elle ait le degré de généralité nécessaire pour remplir son objet.

M. Abel Transon rappelle ensuite que si on cherche un point dont la somme des distances à trois autres soit un minimum, les coordonnées de chacun des sommets du triangle formé par ces trois points rendent indéterminées les dérivées partielles de la fonction qu'il s'agit de rendre un minimum. Or il arrive, ainsi que M. Bertrand l'a démontré depuis longtemps, par des considérations de géométrie infinitésimale, que précisément si l'un des angles du triangle surpasse 120° , le sommet correspondant offre la solution cherchée. Cette solution échapperait à la règle ordinaire qui

recommande, dans de telles questions, de chercher les valeurs convenables des variables parmi celles qui annulent les dérivées partielles de la fonction proposée. Il était donc intéressant de préciser le caractère analytique de ces maxima et minima singuliers. M. Abel Transon fait voir que quand des valeurs qui donnent aux dérivées partielles la forme indéterminée correspondent à un maximum ou à un minimum, la différentielle première offre la circonstance en quelque sorte paradoxale de conserver un signe invariable, bien que les accroissements des variables indépendantes puissent être indifféremment positifs ou négatifs.

Séance du 11 Février 1865.

PRÉSIDENCE DE M. DE LA GOURNERIE.

M. Transon dépose sur le bureau une note relative à sa précédente communication sur les analogies qui existent entre les équations algébriques et les équations différentielles linéaires.

M. Catalan et M. Rouché font connaître deux méthodes pour trouver le côté d'un polygone régulier quelconque à inscrire dans un cercle.

M. Léon Vaillant présente à la Société deux exemplaires mâle et femelle de la *Filaria horrida* (Diesing) du Nandou.

M. Cornu expose le résultat de ses recherches sur les plans de polarisation des rayons incidents et réfractés, et met sous les yeux de la Société un appareil mécanique destiné à faire comprendre les différents théorèmes.

M. Alix indique le procédé employé par M. Hermann Wagner, pour obtenir une évaluation de la surface de l'encéphale, et fait remarquer que dès 1847 M. Baillarger, modifiant le procédé imaginé par Gall, avait donné un moyen pratique et suffisamment exact pour arriver au même résultat.

M. Bert donne les conclusions d'un travail sur les affinités de la classe des Oiseaux avec celle des Reptiles vrais.

M. Abel Transon rappelle qu'il a fait connaître à la Société quelques analogies curieuses entre les équations algébriques et les équations différentielles linéaires. Il a été in-

formé depuis, que ces mêmes analogies font l'objet d'une note antérieurement publiée par M. Brassine, de l'Académie des sciences de Toulouse, dans la deuxième édition, récemment parue, du *Cours d'analyse*, de M. Sturm, éditée par M. Prouhet. — Les démonstrations ne sont pas identiques, mais M. Transon se fait un devoir de reconnaître que la priorité des résultats appartient à M. Brassine.

Sur les affinités de la classe des Oiseaux avec celle des Reptiles vrais, par M. Paul Bert.

Les analogies nombreuses que l'anatomie révèle entre la classe des Oiseaux et celle des Reptiles vrais (Reptiles allantoïdiens) ont été indiquées pour la première fois par l'illustre de Blainville, qui désigna ces derniers animaux sous le nom d'Ornithoïdes. Hunter les avait cependant entrevues déjà, à propos de la structure de l'appareil respiratoire. Depuis, M. Guitton a rapproché ces deux groupes en apparence si éloignés, et en a fait un embranchement caractérisé par *l'incubation extérieure de l'œuf complet fécondé intérieurement*. Mais c'est surtout à M. Gratiolet qu'on doit d'avoir étendu ces rapprochements et insisté sur leur importance; il a été ainsi conduit à la découverte du système porte-surrénal des Oiseaux et à la démonstration de l'hypothèse de Jacobson sur le système porte-rénal de ces mêmes Vertébrés, ce qui établit entre leurs vaisseaux centripètes et ceux des Reptiles une similitude dont M. Gratiolet a parfaitement montré les conséquences anatomiques et physiologiques. Personne, cependant, à ma connaissance, n'ayant tenté de réunir les faits épars qui se rapportent à cette intéressante question zoologique, et de les grouper de manière à entraîner la conviction, je veux essayer dans la présente note de combler cette lacune.

Disons tout d'abord qu'il ne s'agit en aucune façon de rompre avec les idées reçues, jusqu'à faire disparaître la classe des Oiseaux pour l'identifier avec celle des Reptiles; les Oiseaux se caractérisent très-suffisamment par leur revêtement cutané, par l'organisation de leur encéphale et par

leurs manifestations intellectuelles, pour qu'on en fasse une classe zoologique distincte et la plus facile à définir parmi les Vertébrés. Mais j'espère démontrer que la constitution anatomique de leurs principaux appareils manifeste des analogies non douteuses et d'un intérêt capital avec l'immense groupe des Reptiles.

On sera moins étonné de cette assimilation, contre laquelle on est tenté au premier abord de protester en considération de la forme extérieure, si l'on remarque combien sont différents les uns des autres sous ce rapport les êtres que les naturalistes désignent sous le nom de Reptiles. On admettra, je pense, que la différence n'est pas plus grande entre un Oiseau et une Tortue, qu'entre une Tortue et un Ichthyosaure, un Ptérodactyle et un Serpent.

La température à peu près indépendante de celle des milieux ambiants à laquelle se maintiennent les Oiseaux, les a fait de tout temps rapprocher par les naturalistes des animaux mammifères, qui jouissent de la même faculté, et désigner conjointement avec ceux-ci sous le nom d'animaux à sang chaud ou à température constante. Cette assimilation physiologique n'a pas manqué d'être considérée par beaucoup de personnes comme entraînant un rapprochement zoologique, et dans leur esprit les Oiseaux semblent plus voisins des Mammifères que des Reptiles. Je ne veux pas insister ici sur cette vérité que les rapports zoologiques doivent être établis non d'après l'observation physiologique, mais d'après l'analyse anatomique, car des résultats identiques peuvent être obtenus par des organisations fort différentes, et on ne doit pas prendre pour base les effets, mais les causes. La preuve peut s'en tirer aisément, dans le cas particulier qui nous occupe, de la température propre acquise par les Pythons en incubation, ou en sens inverse de l'état d'hibernation de certains Mammifères qui deviennent alors de véritables animaux à sang froid. Laissant donc de côté cette objection sans valeur, je vais indiquer brièvement, en passant en revue les principaux appareils, les points les plus saillants de ressemblance entre l'organisation des Oiseaux et celle des Reptiles.

Squelette. — En considérant d'abord le squelette, dont la constitution est d'une importance non douteuse pour la clas-

sification des êtres, nous rencontrons entre les Oiseaux et les Reptiles vrais des analogies de haute valeur.

1^o L'*arc vertébro-sternal* des Oiseaux se compose, comme celui des Reptiles qui en possèdent un complet (Crocodiliens, Sauriens), de deux pièces médianes (vertèbre, sternèbre), et de trois pièces latérales (côtes sternales, côtes vertébrales, pièce intermédiaire). Des recherches d'Ét. Geoffroy Saint-Hilaire et de l'Herminier ont en effet montré que le sternum des Oiseaux est primitivement formé d'une série de pièces médianes (sternum vrai, bréchet) et de pièces latérales (côtes sternales), qui se soudent de bonne heure ensemble. Chez certains Oiseaux même, les pièces médianes sont en nombre pair, ce qui établit une véritable similitude avec la composition du plastron des Tortues. C'est une règle générale dont les Tortues nous présentent un exemple, que les os médians et symétriques possèdent deux noyaux d'origine lorsque leur largeur devient considérable.

Cette composition de l'arc vertébro-sternal ne se retrouve chez aucun Mammifère, sinon chez les Ornithodelphes.

2^o Chez les Oiseaux, le système sternal soudé en une seule pièce avec les fausses côtes qui en dépendent, présente une analogie manifeste avec le *plastron* immobile des Tortues, et de même la soudure des vertèbres thoraciques et lombaires qui a lieu chez beaucoup d'Oiseaux rappelle l'organisation de la carapace des Chéloniens. Du reste, l'Aptéryx présente un élargissement des côtes qui les fait s'imbriquer l'une sur l'autre et qui ajoute à cette similitude.

Celle-ci s'augmente encore par cette considération que les côtes s'appuyant sur les apophyses transverses déterminent, chez les Oiseaux comme chez les Tortues, un canal par lequel passe un filet du nerf grand sympathique.

3^o Dans les deux classes, la tête s'articule sur la colonne vertébrale par *un seul condyle occipital*, au lieu de deux que possèdent tous les Mammifères.

4^o Les Mammifères ont tous 7 *vertèbres cervicales*; au contraire, Tortues et Oiseaux en présentent un bien plus grand nombre, dans des conditions de mobilité qui les rendent un peu comparables.

L'existence de la vertèbre cocygyenne en soc de charrue ne peut être invoquée pour caractériser la colonne vertébrale des

Oiseaux, car on ne la retrouve pas chez l'Aptéryx, et l'étrange Oiseau fossile découvert récemment dans les calcaires de Solenhofen (*Archæopteryx*) possédait une queue allongée, composée d'une vingtaine de vertèbres à dimension décroissante, qui portaient chacune une plume de chaque côté.

5° Lorsqu'un des trois os qui constituent l'épaule des Oiseaux (omoplate, clavicule, coracoïdien), diminue ou manque, c'est toujours sur la clavicule que porte l'atrophie. Ainsi arrive-t-il pour beaucoup de Perroquets, et d'autre part pour les Caméléons et les Crocodiles. C'est le contraire chez les Mammifères, où le coracoïdien disparaît toujours le premier.

6° On sait qu'au *pied* des Oiseaux, le pouce possède deux phalanges, le doigt suivant, 3, le 3^e, 4 et le plus externe, 5; chez les Mammifères, au contraire, le pouce seul a 2 phalanges, les autres orteils en ont tous 3. Or, chez les Sauriens, les cinq doigts du pied nous montrent: pour le pouce 2 phalanges, pour les autres doigts, 3, 4, 5 phalanges, enfin 4 seulement pour le doigt le plus externe. L'analogie est frappante entre le pied des Oiseaux et celui de ces Reptiles. Ce fait montre de plus que le doigt qui disparaît le premier dans le pied-type est le doigt externe; quand le pied se réduit à trois doigts, c'est le pouce. Chez les Oiseaux et les Reptiles la disparition des doigts quand le pied se simplifie a donc lieu suivant une loi différente de celle qui préside à la simplification du pied des Mammifères, où le pouce disparaît le premier, le doigt externe ensuite.

7° La *mobilité* notable *des os de la face* sur le crâne est un caractère des Oiseaux qui se retrouve chez les Sauriens et les Ophidiens. Cette mobilité est due en grande partie à l'existence d'un *os tympanal* distinct, séparé du crâne, qu'on ne constate que dans ces trois groupes d'animaux.

De plus, l'arcade zygomatique a chez les Oiseaux une pièce supplémentaire qu'on ne retrouve pas chez les Mammifères, mais que présentent la plupart des Reptiles. (Crocodiliens...)

L'absence de l'os transverse n'établit pas de différence grande entre les Oiseaux et le groupe des Reptiles, puisque ce point d'appui de la mâchoire supérieure sur le ptérygoïdien ne se rencontre pas non plus chez les Chéloniens.

8° Tandis que la mâchoire inférieure des Mammifères n'est jamais composée que d'une seule pièce de chaque côté,

celle des Oiseaux est constituée par un grand nombre d'os distincts dans le jeune âge, ainsi qu'il arrive chez tous les Reptiles. Ce nombre est précisément celui de onze, que présente aussi la mâchoire des Tortues.

Une similitude saillante, et qui frappe tout le monde, se remarque entre la forme des deux mâchoires chez les Oiseaux et chez les Tortues; dans ces deux classes, en effet, elles sont dépourvues de dents et revêtues d'une couche cornée tranchante : en un mot, elles constituent un *bec*.

Une ancienne allégation d'Ét. Geoffroy-Saint-Hilaire, confirmée récemment par M. Blanchard, tendrait à prouver l'existence de dents rudimentaires à une période peu avancée du développement du bec des Oiseaux. Ces deux anatomistes comptent à la mâchoire supérieure 13 dents; et, chose remarquable, cette bizarrerie d'une dent impaire et médiane se retrouve, comme l'a montré M. Gratiolet, dans la mâchoire supérieure des Lézards.

Peau. — La présence des plumes qui a servi à Linnæus et à de Blainville pour caractériser la classe des Oiseaux, isole, en effet, très-nettement ces animaux parmi les autres Vertébrés. Mais si l'on examine les parties du corps qui ne sont point ordinairement revêtues de plumes, je veux parler des pattes, on ne peut s'empêcher d'être frappé de la similitude de la peau qui les revêt avec la peau des Reptiles. Dans les deux cas, en effet, le derme mamelonné est recouvert d'un épiderme épaissi qui forme ces fausses *écailles continues* depuis longtemps considérées par les zoologistes comme caractéristiques de la classe des Reptiles véritables. On peut dire que, si l'on découvrait un Oiseau sans plumes, sa peau serait absolument semblable à celle d'un Ophidien ou d'un Saurien.

Système nerveux. — C'est certainement par la constitution de l'encéphale que la classe des Oiseaux se sépare surtout de celle des Reptiles, et marque son individualité. Il n'y a même guère d'analogie à établir entre les appareils cérébraux dans ces deux groupes, bien que la différence soit sous ce rapport beaucoup moindre entre les Reptiles et les Oiseaux qu'entre ceux-ci et les Mammifères. Le reste du système nerveux présente à signaler une similitude qui n'est pas sans intérêt.

Tandis que chez les Mammifères la moelle épinière, ne remplissant jamais toute l'étendue du canal spinal, se termine toujours par une *queue de cheval*, cette apparence ne se remarque jamais chez les Oiseaux ni chez les Reptiles dont la moelle se prolonge jusqu'à l'extrémité du canal vertébral.

Je me contente d'indiquer la grande ressemblance du nerf sympathique des Oiseaux avec celui des Crocodiles à la région du cou, et avec celui des Tortues dans la région thoracique, où des branches anastomotiques passent dans le canal déterminé par les côtes et les apophyses des vertébrales transverses.

Organes des sens. — Les analogies fournies par les organes des sens sont peu nombreuses et peu importantes.

Je rappellerai cependant l'existence, chez les Oiseaux comme chez les Sauriens et les Chéloniens, d'un anneau osseux qui renforce la sclérotique au pourtour de la cornée; de plus, les Lézards vrais possèdent un *peigne* tout à fait comparable à celui qui traverse le corps hyaloïde des Oiseaux. L'anneau ni le peigne ne se rencontrent chez aucun Mammifère.

L'organe de l'ouïe des Crocodiliens est presque absolument semblable à celui des Oiseaux, et assez notablement différent de celui des Mammifères.

Sang. — Nous avons dit, en commençant, comment la température du sang ne pouvait en rien servir à déterminer les affinités zoologiques des animaux, puisque cette température dépend, non du type anatomique, mais de l'activité des fonctions. Aucun argument contraire à notre thèse ne peut donc être tiré de la différence habituellement existante entre la température du sang des Oiseaux et celle du sang des Reptiles, ni, en sens inverse, du rapport qui existe à ce point de vue entre le sang des Mammifères et celui des Oiseaux.

La composition chimique du sang étant aussi nécessairement sous la dépendance immédiate de l'activité des différents actes physiologiques, ne peut non plus servir en aucune façon de *criterium* zoologique.

Mais le principal élément anatomique qui nage dans le sang, le globule rouge, présente une structure qui éloigne complètement les Oiseaux des Mammifères, en même temps qu'il les

rapproche remarquablement des autres classes de Vertébrés. Chez les Mammifères, en effet, les globules, presque toujours circulaires et toujours biconcaves, ne possèdent jamais de noyau central à l'âge adulte. L'existence de ce noyau est, au contraire, constante chez les Oiseaux comme chez les Reptiles; en outre, les globules se présentent avec une forme biconvexe dans le sang des animaux de ces deux dernières classes.

Appareil circulatoire. — Cœur. — La division du cœur en quatre cavités a de tout temps servi à rapprocher les Mammifères et les Oiseaux, et à éloigner ceux-ci des Reptiles dont la plupart n'ont qu'un seul ventricule. Mais chez les Serpents même, et les Tortues, ce ventricule est incomplètement divisé par un pillier charnu en deux loges, dont l'une communique avec l'une des crosses aortiques, tandis que l'autre partent de l'autre la seconde crosse aortique et l'artère pulmonaire. Ce bourrelet devient une cloison perforée chez plusieurs Sauriens, enfin chez les Crocodiliens la cloison est complète, et le cœur est partagé comme celui des Oiseaux en quatre cavités bien distinctes.

Système artériel. — Il n'en existe pas moins entre le système artériel des Mammifères et des Oiseaux d'une part, et celui des Reptiles d'autre part, cette différence remarquable qu'une seule crosse aortique donne naissance au premier, tandis que le second en possède deux.

Mais en se reportant aux périodes embryonnaires, on voit aisément que cette différence tient seulement à un mode évolutif différent, et à la disparition chez le Mammifère et l'Oiseau d'une des deux crosses aortiques primitivement existantes. Le Mammifère perd la crosse qui se recourbait à droite, l'Oiseau celle qui se recourbait à gauche. Or, chez les Reptiles, l'aorte qui occupe le côté gauche de la colonne vertébrale ne donne naissance à aucune branche artérielle (1), et elle va se jeter dans l'aorte de droite, qui fournit toutes les artères du corps; c'est donc chez ces animaux l'aorte de droite qui joue un rôle prépondérant, et il faut bien avouer qu'il y a

(1) Hermis chez les Crocodiliens, où elle fournit une grosse artère viscérale.

là une relation remarquable avec la persistance de cette seule racine artérielle dans le groupe des Oiseaux.

La division ultérieure du système artériel n'a aucune importance au point de vue qui nous occupe; car le sang que contiennent ces vaisseaux étant partout identique, il importe peu quel chemin il parcourt pour arriver à sa destination.

Système veineux. — Il en est tout autrement pour le système veineux, qui contient du sang de composition différente selon les organes desquels il revient, et dont la distribution dans des organes épurateurs est très-importante à étudier. Or, sous ce dernier point de vue, les analogies sont très-grandes entre le système veineux des Oiseaux et celui des Reptiles.

Chez les uns comme chez les autres, en effet, le sang qui revient des parties postérieures du corps, au lieu de retourner directement au cœur comme il arrive chez les Mammifères, se rend d'abord dans des organes qui modifient sa composition, pour de là se diriger vers le poumon; ces organes sont les reins et les corps surréniaux; en d'autres termes, tandis que les Mammifères ne possèdent que deux systèmes-porte, le système hépatique et le système pulmonaire, les Oiseaux comme les Reptiles ont en outre un système-porte rénal et un système-porte surrénal.

Notons cependant cette petite différence que, chez les Oiseaux, une très-forte partie du sang veineux rejoint directement la veine cave inférieure sans traverser le rein. Mais il n'en reste pas moins certain que la sécrétion urinaire est, chez les Mammifères, alimentée par du sang artériel, tandis que, chez les Reptiles et les Oiseaux, elle l'est par du sang veineux. M. Gratiolet, à qui l'on doit la démonstration de ces faits, déjà entrevus par Jacobson et depuis étudiés avec soin par M. Jourdain, a insisté à ce propos sur l'analogie que présente l'urine des Oiseaux et celle des Reptiles, composées d'urates, tandis que celle des Mammifères contient en très-forte proportion de l'urée, produit plus oxydé que l'acide urique.

Enfin, tandis que le système-porte hépatique des Mammifères est à peu près complètement isolé du reste de l'arbre veineux, une large communication existe au contraire, chez les Oiseaux et chez les Reptiles, entre le système-porte du

foie et celui des reins (*arc hépato-néphrétique de Gratiolet*) ; communication toujours béante à cause de l'absence de valvules, et qui établit une solidarité complète entre ces glandes importantes.

Système lymphatique.—Le système lymphatique des Oiseaux ne possède, au contraire de ce qui existe chez les Mammifères, qu'un très-petit nombre de ganglions lymphatiques ; ces organes sont encore plus rares chez les Reptiles. Il se rapproche de celui de ces derniers animaux par la présence dans la région pelvienne de deux petites poches contractiles dites cœurs lymphatiques. Stannius a constaté leur présence chez un bon nombre d'Oiseaux (Autruche, etc.) ; or les Mammifères n'en possèdent jamais.

Appareil respiratoire.—La manière dont les poumons des Oiseaux sont adhérents à la paroi dorsale de la cavité thoracique n'a d'analogue que chez les Tortues.

La structure même de ces organes est très-différente chez les Mammifères et les Oiseaux. Les premiers, en effet, possèdent un système bronchique qui se ramifie par une dichotomie irrégulière, en s'épanouissant du hile du poumon pour se rendre dans toutes les parties de l'organe. Mais, chez les Oiseaux, le mode de division est différent ; il s'opère en effet suivant des directions perpendiculaires les unes aux autres, un grand nombre de bronches de second ordre prenant naissance sur celles de premier ordre, et ainsi de suite, comme les barbes d'une plume sur la tige de cette plume. Or cette conformation est dans un rapport typique évident avec celle beaucoup plus simple des poumons des Tortues et des Crocodiliens ; les poumons des Serpents, dans lesquels les bronches sont étalées en lames, au lieu d'être fermées en tubes, peuvent être facilement rattachés au même système.

Enfin les poumons des Oiseaux communiquent avec de vastes cellules aériennes, cellules dont les parois peu vasculaires reçoivent leur sang non de l'artère pulmonaire, mais du système aortique. Ces remarquables appendices, qui n'ont aucun analogue chez les Mammifères, sont au contraire tout à fait comparables au vaste sac membraneux qui termine le poumon des Serpents, et aux poches vésiculeuses qui, chez le Caméléon, se prolongent très-loin dans l'abdomen.

Oeufs. — L'oviparité des Oiseaux et de la plupart des Reptiles, comparée à la viviparité des Mammifères, a de tout temps frappé les naturalistes, et servi à établir un rapprochement entre les deux classes de Vertébrés dont je m'occupe ici. Mais cette observation physiologique n'a réellement aucune valeur zootaxique puisqu'elle indique seulement un degré plus ou moins avancé de développement et non une différence typique. Il faut attacher une bien plus grande importance à ceci, que les œufs des Reptiles et des Oiseaux n'ont pas la même structure que ceux des Mammifères. Ils possèdent, en effet, de plus qu'eux, un vitellus nutritif (jaune) surajouté au véritable vitellus, au germe, que l'on désigne ordinairement sous le nom de cicatrice. De plus, mais ceci est de moindre intérêt, leur albumen est infiniment plus considérable, et il est protégé par des membranes très-souvent incrustées de matières calcaires.

Cette structure différente de l'œuf est nécessairement en rapport avec une disposition différente des organes génitaux femelles; car l'ovaire chargé d'œufs présente une apparence de grappe qu'on ne retrouve pas chez les Mammifères, et de plus l'oviducte est composé de régions fort différentes, destinées chacune à la sécrétion des parties accessoires de l'œuf (albumen, membrane coquillière, coquille.)

Il résulte évidemment de cette revue rapide qu'un grand nombre de caractères rapprochent la classe des Oiseaux de celle des Reptiles. Ce n'est pas à dire, je le répète, qu'il faille opérer une fusion entre ces deux groupes tellement distincts par la configuration générale, la physionomie, les mœurs, etc., que l'analyse anatomique fait une sorte de violence au sentiment universel en révélant leurs rapports. J'ai voulu seulement insister sur ce fait, que les Oiseaux ne forment pas dans l'ensemble des Vertébrés un groupe aussi isolé qu'on l'enseigne généralement, et qu'il est une émanation du grand type des Reptiles, émanation très-particulière, il est vrai, et très-individualisée par son organisation encéphalique. On voit manifestement aussi, qu'il faut renoncer à l'espèce d'analogie que des considérations physiologiques étroites faisaient volontiers admettre entre les Mammifères et les Oiseaux, analogie qui ne repose sur aucune base anatomique.

Séance du 18 Février 1865.

PRÉSIDENCE DE M. DE LA GOURNERIE.

M. Germain de Saint-Pierre est, sur sa demande, nommé membre honoraire.

M. le président fait part à la Société de la perte sensible qu'elle vient de faire de deux de ses membres, M. Froment et M. Gratiolet.

M. de la Gournerie fait une communication sur les rebroussements.

M. Mannheim indique une construction du plan tangent en un point d'une surface gauche à cône directeur de révolution, ayant une directrice rectiligne parallèle à l'axe du cône, l'autre directrice étant quelconque.

M. Moutard, dans une note adressée à M. Mannheim, développe la proposition suivante : Toutes les surfaces de 3^e ordre qui ont avec une surface donnée, non réglée, en un même point un contact de 4^e ordre, coupent en général le plan tangent en ce point suivant la même courbe.

Théorème sur les surfaces du troisième ordre, par M. Moutard.

« Toutes les surfaces du 3^e ordre qui ont avec une surface donnée, non réglée, en un même point, un contact du 4^e ordre, coupent en général le plan tangent en ce point suivant la même courbe.

» Il suffit évidemment, pour démontrer cette proposition, de faire voir que deux surfaces du 3^e ordre qui ont avec la proposée, et par suite entre elles, un contact du 4^e ordre, coupent suivant la même courbe le plan tangent en leur point de contact. Or, l'intersection de deux surfaces qui ont un contact du 4^e ordre, renferme en général cinq branches passant par le point de contact (1), et peut par conséquent être considérée comme ayant en commun avec le plan tangent dix points confondus. D'autre part, deux surfaces du 3^e ordre

(1) Voir *Applications d'analyse et de géométrie*, par J.-V. Poncelet, t. II, p. 365.

ne peuvent avoir plus de neuf points en commun avec un même plan sans que celui-ci ne contienne toute une branche de leur intersection. Il est donc permis d'affirmer que les sections des deux surfaces par le plan tangent, ou bien se confondent entièrement, ou bien ont toute une branche en commun. Mais il est aisé de voir que cette dernière circonstance ne peut pas se présenter en général, car il faudrait pour cela que chacune des deux sections se décomposât en une conique et une droite passant par le point de contact, et la droite aurait alors, avec la surface primitivement considérée, un contact du 4^e ordre, ce qui ne peut avoir lieu sur une surface non réglée qu'en des points isolés (1).

» L'intersection complète des deux surfaces du 3^e ordre renferme, outre cette courbe plane, une courbe gauche du 6^e ordre dont trois branches passent au point de contact, et par laquelle il est toujours possible de mener une surface du 2^e ordre simplement osculatrice à la proposée. Réciproquement, une surface du 3^e ordre étant donnée, toute autre surface contenant les courbes d'intersection de la proposée avec un plan tangent et une surface quelconque simplement osculatrice à la première au même point, aura avec elle un contact du 4^e ordre.

» Le cas où le point considéré sur la surface donnée est un point quelconque de sa ligne d'ondulation, c'est-à-dire, lorsque l'on peut mener par ce point une droite ayant avec la surface, un contact du 3^e ordre et non du 4^e, donne lieu à une remarque qui ne paraît pas sans intérêt. Dans ce cas, en effet, il n'existe plus de surface du 3^e ordre ayant, avec la proposée, un contact du 4^e ordre dans le sens ordinaire du mot; mais si, pour supprimer toute distinction relative à la nature du point commun à deux surfaces, on définit l'ordre de leur contact, d'après le théorème rappelé ci-dessus,

(1) Cette remarque, d'ailleurs évidente directement, peut se rattacher à une interprétation géométrique de l'équation aux différences partielles des surfaces gauches. Cette équation exprime, en effet, qu'en chaque point de la surface, une des asymptotes de l'indicatrice a avec la surface un contact d'un ordre supérieur au second.

par le nombre, diminué d'une unité, des branches réelles ou imaginaires de leur intersection qui passent en ce point, on pourra dire que les surfaces du 3^e ordre continuent à exister dans ce cas ; le point de contact est alors, sur ces surfaces du 3^e ordre, un point où les tangentes se distribuent dans deux plans différents, dont l'un est le plan tangent à la surface donnée, mais dont l'autre peut avoir une direction entièrement arbitraire. Le théorème général subsiste d'ailleurs, attendu que toutes ces surfaces coupent le plan tangent suivant la droite surosculante, et lui sont tangentes tout le long de l'autre asymptote de l'indicatrice.

» Le théorème ne cesse d'avoir lieu que pour les points où les deux asymptotes de l'indicatrice surosculent toutes deux la surface, et pour ceux où l'une d'elles a, avec la surface, un contact d'un ordre supérieur au 3^e. Pour ces points, il se produit une circonstance remarquable : la surface du 3^e ordre, assujettie à avoir avec la proposée un contact du 4^e ordre, laquelle ne dépend en général que de quatre indéterminées, dépend alors de cinq indéterminées. »

Séance du 25 Février 1865.

PRÉSIDENCE DE M. DE LA GOURNERIE.

M. Moreau expose ses recherches relativement à l'influence de la section du grand sympathique sur la composition de l'air de la vessie natatoire.

M. du Moncel fait une communication sur les électro-aimants à fil nu, pour modifier les résultats qu'il a signalés dans une précédente communication sur le même sujet.

M. de Caligny apprend à la Société qu'un appareil hydraulique, dont on contestait la possibilité de la marche, fonctionne actuellement d'une façon régulière.

M. Bert rend compte de quelques expériences qu'il a faites sur le venin des Scorpions.

La Société se forme en comité secret pour entendre le rapport de M. A. Gris, sur la candidature de M. Le Jolis.

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS.

Séance du 4 Mars 1865.

PRÉSIDENTE DE M. DE LA GOURNERIE.

M. Alix fait une communication sur quelques points de l'anatomie des Singes anthropoïdes pour démontrer combien ils s'éloignent de l'espèce humaine sous le point de vue de la station verticale.

M. Léon Vaillant fait connaître à la Société un nouveau cas de reproduction par bourgeonnement chez une Annélide qu'il a pu observer dans la rade de Suez.

M. Victor de Luynes annonce qu'en faisant réagir le chlorure d'acétyle sur l'orcine, il se dégage de l'acide chlorhydrique, et il se forme un corps cristallisé qui renferme 63,9 p. 100 de carbone et 6,4 d'hydrogène et qui présente aussi la composition de l'orcine diacétique. Ce composé, fusible vers 25°, a l'apparence d'une matière grasse. Il ne paraît pas se dissoudre dans l'eau; il est soluble dans l'alcool et l'éther. — La chaux le saponifie en formant de l'acétate de chaux et de l'orcine. — Le chlorure de benzoïle agit également sur l'orcine. — Ces expériences démontrent que l'orcine, qui peut se combiner avec les bases, est également susceptible de se combiner avec les acides à la manière de l'acide phénique. Ce serait, dans cette manière de voir, un phénal diatomique.

M. Le Jolis, membre de l'Académie des sciences de Cherbourg, est élu membre correspondant.

Extrait de l'*Institut*, 1^{re} section, 1865.

*De l'articulation tibio-tarsienne dans les Singes anthropoïdes :
ligaments de Gratiolet, par M. Alix.*

Parmi les faits nombreux que l'on peut invoquer pour prouver que les Singes anthropoïdes ne sont pas organisés pour la station verticale, un des plus importants nous est fourni par la manière dont le pied s'articule avec la jambe.

L'obliquité des plans latéraux de la mortaise tibio-péronnière, et l'inclinaison de son plan supérieur, puis, d'autre part, la forme en quelque sorte écrasée du corps de l'astragale, ainsi que quelques détails dans la forme des facettes osseuses, sur lesquels nous n'insisterons pas en ce moment, établissent une différence marquée avec ce que l'on voit chez l'Homme. En outre, tandis que chez l'Homme l'astragale est exactement enchâssé dans la mortaise, et fortement maintenu par les malléoles, il est chez les Singes anthropoïdes moins volumineux que sa cavité de réception, et, par conséquent, très-mobile dans cette cavité. Il résulterait de là que les luxations seraient excessivement faciles, si elles n'étaient prévenues par la présence de deux ligaments suspenseurs excessivement vigoureux qui, de la face profonde et du bord inférieur des malléoles, se portent sur les faces latérales de l'astragale, où elles se fixent sur des espaces rugueux qui empiètent sur les facettes articulaires, lesquelles se trouvent rejetées en avant. Ces ligaments remarquables n'ayant pas encore été signalés, je propose de leur donner le nom de *ligaments de Gratiolet*, afin de montrer l'importance que mon savant maître leur attribuait, non-seulement au point de vue de la mécanique animale, mais encore au point de vue des réalisations particulières que nous offre le type des Primates.

On ne peut cependant pas dire d'une manière absolue que les *ligaments de Gratiolet* manquent chez l'Homme; mais leur disposition est telle chez lui qu'ils ont été confondus avec les ligaments latéraux. En effet, sur l'astragale de l'Homme, la facette articulaire externe occupe tout le côté correspondant de l'os, et la surface d'insertion du ligament, rejetée en arrière, fait véritablement partie de la face postérieure de

Pastragale, ce qui explique pourquoi ce ligament a reçu le nom de ligament péronéo-astragalien postérieur; il est tout à fait extérieur à la cavité articulaire, tandis que chez les Singes il va transversalement du péroné à l'astragale, à la manière d'un véritable ligament interosseux. Du côté du tibia, le faisceau est, chez l'Homme, si peu distinct du ligament latéral qu'on le confond avec celui-ci, tandis que, chez les Singes anthropoïdes, c'est encore un véritable ligament interosseux qui mérite d'être décrit à part.

Sur un nouveau cas de reproduction par bourgeonnement chez une Annélide, par M. Léon Vaillant.

« La reproduction par bourgeons chez les Annélides depuis le premier cas observé par Othon-Frédéric Müller (1788), a été fréquemment revue et parfaitement interprétée, grâce aux recherches de M. de Quatrefages (1843), de M. Milne Edwards (1844), de M. Pagenstecher (1862). La nouvelle observation qu'il nous a été donné de faire dans la baie de Suez présente des modifications très-singulières, qui nous paraissent la différencier notablement des faits cités jusqu'ici.

» L'animal qui en fait le sujet et qu'il ne nous est pas possible de déterminer même génériquement, bien qu'il doive être rapproché sans aucun doute des Syllidiens, a été rencontré libre dans une vacuole d'une Éponge. Sa longueur n'est que d'un peu plus de 4 millimètres; il présente huit segments distincts, portant chacun une paire de rames garnies de huit à dix soies lisses sur les deux tiers de leur longueur, hérissées de petites épines verticillées dans le tiers terminal. En avant existe, sur le côté qui nous paraît être le côté dorsal, un prolongement en feuille arrondie, en dessous duquel se trouve un faisceau de tentacules et l'ouverture buccale.

» C'est l'anneau où se trouve celle-ci qui présente les modifications les plus importantes. Il est beaucoup plus large que le reste du corps et forme une sorte de coupe ou d'entonnoir comprimé du côté ventral au côté dorsal, présentant

ainsi deux lèvres épaisses ; au fond est la bouche. De ces lèvres, l'inférieure est lisse et simple, la supérieure ou dorsale est au contraire couverte par les bourgeons, si serrés les uns contre les autres qu'on en rencontre sur tous les points de la surface ; leurs insertions sont assez régulièrement disposées en quinconce.

» Ces bourgeons ont une forme très-remarquable qui rappelle celle de certains Annelés inférieurs voisins des Némertes ou des Planaires. Leur corps, très-contractile, est distinctement annelé chez quelques-uns d'entre eux ; sa longueur est à peu près égale à celle de l'Annélide souche ; il est aplati, obtusément terminé à sa partie libre, qui présente deux ou quatre petits points oculiformes noirs. La structure ne présente rien de distinct, sauf un tégument assez net chez les individus annelés, qui paraissent être les plus avancés en développement ; vers le point d'attache le corps se rétrécit en un pédicule allongé. Si l'on vient à briser celui-ci, le petit être se meut librement dans l'eau ; par les mouvements de son corps, nous n'avons pu y voir d'appareil vibratile.

» En écartant les hypothèses d'un parasitisme ou de tentacules modifiés qui nous paraissent moins fondées, ce mode de bourgeonnement nous semble assez différent de ceux qu'on a observés jusqu'ici :

» 1^o Par la présence, en quelque sorte, d'un organe spécial destiné à supporter et à produire les bourgeons ;

» 2^o Par la forme même de ces bourgeons, qui s'éloignent plus de la forme mère que dans les cas rappelés plus haut.

» Ces particularités nous ont engagé à donner connaissance de cette observation, quelque imparfaite qu'elle soit, espérant que d'autres naturalistes, ayant leur attention éveillée sur ce point, pourront la revoir et la compléter s'ils se trouvent dans des conditions favorables. »

Recherches géométriques sur la réflexion de la lumière polarisée, par M. A. Cornu.

PREMIÈRE PARTIE.

La théorie de la réflexion de la lumière polarisée est un des problèmes les plus intéressants de l'optique mathématique et expérimentale. Malheureusement, si l'on excepte quelques cas particuliers, la question devient extrêmement compliquée à cause du grand nombre d'éléments ou paramètres arbitraires que comporte le problème.

Un certain nombre de théories mathématiques ont été données sur ce sujet par des géomètres éminents, parmi lesquels on peut citer Mac Cullagh, Newmann, Cauchy; mais le point de vue auquel se placent les géomètres n'est pas le même que celui des physiciens : les premiers cherchent plutôt à obtenir des formules analytiques qu'à éclairer la voie de l'expérimentation ; les physiciens, au contraire, ont, avant tout, besoin de théorèmes géométriques faciles à retrouver et se prêtant aux vérifications numériques. Aussi, malgré la valeur de ces travaux mathématiques sur la polarisation cristalline, cette branche de l'optique est-elle un peu délaissée par les expérimentateurs ; circonstance fâcheuse, car c'est de l'étude des modifications de la lumière par les cristaux qu'on doit attendre les résultats les plus intéressants sur la constitution de la matière.

C'est dans le but de faciliter l'étude expérimentale de la réflexion cristalline que j'ai entrepris quelques recherches géométriques sur ce sujet. Avant de traiter le cas général, nous nous arrêterons un instant sur le cas particulier des milieux isotropes, dont la théorie se résume par un théorème géométrique d'une élégance remarquable.

M. Brewster a démontré expérimentalement que lorsqu'on fait tomber un rayon de lumière polarisée sur une surface plane taillée dans un milieu isotrope, comme le verre ou les cristaux du système régulier, le rayon qui s'y réfléchit et celui qui s'y réfracte, sont tous deux polarisés. A l'aide d'observations très-précises, l'illustre physicien a déterminé em-

piriquement la loi d'orientation des plans de polarisation de ces trois rayons par rapport au plan d'incidence; il a trouvé qu'en désignant par α , α' , α'' les angles que font respectivement avec le plan d'incidence les plans de polarisation des rayons incident, réfléchi et réfracté, on a les relations :

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\cos (i-r)} = \frac{\operatorname{tg} \alpha'}{\cos (i+r)} = \frac{\operatorname{tg} \alpha''}{1} \quad (1).$$

i étant l'angle d'incidence et r l'angle de réfraction.

Ces formules ont été plus tard démontrées analytiquement par Fresnel, dans ses mémorables travaux sur la théorie de la lumière.

Considérons les plans normaux à ces plans de polarisation, menés respectivement par les rayons correspondants; ces trois plans seront liés par les relations :

$$\frac{\cot \alpha}{\cos (i-r)} = \frac{\cot \alpha'}{\cos (i+r)} = \frac{\cot \alpha''}{1} \quad (2).$$

Le théorème que nous avons annoncé consiste en ce que *ces trois plans se coupent suivant une même droite perpendiculaire au rayon réfracté.*

Pour le démontrer, il suffit de considérer les trièdres qu'on obtient en menant par une droite quelconque perpendiculaire au rayon réfracté et passant au point d'incidence :

1° Un plan perpendiculaire P au plan d'incidence D;

2° Trois plans A A' A'' passant respectivement par les trois rayons. Les trois trièdres sont formés par le plan P, le plan d'incidence D et l'un des trois plans A A' A''. Ils ont pour face commune le plan P et pour dièdre opposé à ce côté les dièdres $90^\circ + \alpha$, $90^\circ + \alpha'$, $90^\circ + \alpha''$. En écrivant les relations trigonométriques qui existent entre ces trois trièdres, on retrouve la relation (2).

Ce théorème résume de la manière la plus claire les propriétés de la lumière polarisée réfléchie ou réfractée par les milieux isotropes, et dégage des formules analytiques une expression synthétique de ces phénomènes.

On peut réaliser mécaniquement la loi d'orientation de ces trois plans au moyen d'un appareil très-simple.

Il existe en effet un organe cinématique qu'on nomme un *joint universel* ou *joint hollandais*, qui permet de transmettre

un mouvement de rotation d'un axe à un autre axe incliné sur le premier, mais situé dans le même plan. Ce petit appareil, qu'on nomme encore *croisillon*, est trop connu pour que nous nous arrêtions à le décrire ; nous ferons remarquer que les déplacements angulaires correspondants β β'' de ces deux axes sont liés par la relation :

$$\frac{tg \beta}{tg \beta''} = \cos V,$$

V étant l'angle des deux axes.

On en conclut que si l'on a deux axes faisant entre eux l'angle $(i+r)$ et qu'on les lie par un croisillon, leurs déplacements angulaires correspondants seront identiques à ceux du plan de polarisation du rayon incident et du plan de polarisation du rayon réfracté, définis respectivement par les angles i et r . De même, si on lie le second axe, celui qui représente le rayon réfracté, par un croisillon, à un troisième axe faisant avec lui l'angle $(i-r)$, on complètera la réalisation cinématique de la loi de Brewster, en déterminant la position du plan de polarisation du rayon réfléchi.

Tel est le principe de l'appareil qui a été mis sous les yeux de la Société ; il permet de suivre des yeux toutes les particularités des mouvements simultanés des plans de polarisation ; en un mot, il réalise une véritable *synthèse cinématique* des phénomènes de polarisation dans les milieux isotropes.

Séance du 11 Mars 1865.

PRÉSIDENCE DE M. DE LA GOURNERIE.

M. Berthelot, sur sa demande, et M. Lechatelier, depuis quinze ans membre titulaire, sont nommés membres honoraires.

M. Vulpian communique quelques expériences ayant pour but de déterminer quelle est l'influence du curare sur le système nerveux sympathique des Mammifères, des Oiseaux et des Batraciens.

M. Bour fait une communication sur les axes conjugués de rotation.

M. J. Regnaud communique des expériences sur les changements de volume qui accompagnent la saturation des alcalis par les acides au sein de l'eau. Il résulte de ses recherches que les hydrates alcalins donnent

dans ces circonstances une dilatation, et la solution d'ammoniaque une contraction.

Une discussion s'engage sur cette communication avec MM. Buignet et de Luynes.

M. Cornu continue l'exposition de ses recherches géométriques sur la réflexion de la lumière polarisée.

Expériences ayant pour but de déterminer quelle est l'influence du curare sur le système nerveux sympathique des Mammifères, des Oiseaux et des Batraciens, par M. Vulpian.

Lors de mes premières recherches sur l'action du *curare*, tout en confirmant les résultats qu'avait fait connaître M. Cl. Bernard, j'appelai l'attention sur certaines particularités de l'histoire physiologique de ce poison, et depuis, à diverses reprises, j'ai eu l'occasion de revenir sur ce sujet. J'ai montré que, chez les Mammifères empoisonnés par du curare introduit sous la peau d'une région quelconque du corps, la mort arrive avant que la motricité des nerfs ait disparu. Mais si l'on pratique la respiration artificielle chez un Mammifère empoisonné par le curare, les mouvements du cœur et la circulation continuent, et au bout d'un certain temps, les nerfs moteurs des membres ne peuvent plus, lorsqu'on les excite, provoquer des contractions musculaires. Ce sont là les nerfs qui perdent les premiers leur pouvoir sur les muscles. Parmi les nerfs moteurs du système cérébro-spinal, j'ai signalé, au nombre de ceux dont le pouvoir sur les muscles persiste le plus longtemps, les nerfs phréniques. On doit joindre à ces derniers les nerfs hypoglosses, les nerfs faciaux et les nerfs oculo-moteurs. Les nerfs pneumogastriques conservent aussi très-longtemps, chez les Mammifères, leur influence sur le cœur. Parfois, après trois heures de respiration artificielle, la galvanisation des pneumogastriques arrête encore le cœur et fait contracter l'estomac.

Les déductions physiologiques que l'on a tirées de l'étude du curare sont si importantes que l'on ne saurait trop multiplier les expériences pour arriver à connaître bien exacte-

ment quelles sont les parties sur lesquelles porte l'action de cette substance toxique, et quelles sont celles qui y échappent. Autrement on s'expose à formuler des généralisations prématurées, à prendre ces généralisations comme bases de raisonnements, et à poser des conclusions sans consistance. Je viens d'énumérer quelques nerfs moteurs qui résistent plus ou moins longtemps à l'influence du curare, et par conséquent il serait inexact de se représenter cet agent comme abolissant au même moment la motricité (1) de tous les nerfs. Au début des études sur le curare, on avait cru non-seulement que cette substance détruisait la motricité des nerfs cérébro-spinaux, mais aussi la motricité des nerfs du grand sympathique. Comme le cœur continue à battre pendant plusieurs jours chez les Grenouilles empoisonnées par le curare, nous en avons conclu que les mouvements du cœur sont indépendants du système nerveux. En 1858, j'ai montré que les nerfs du grand sympathique conservent leur motricité chez les Mammifères pendant deux heures au moins après la mort, lorsqu'on soumet les animaux à la respiration artificielle. C'est principalement sur l'état du grand sympathique chez les animaux empoisonnés par le curare que je veux appeler ici l'attention. J'ai fait à ce point de vue des expériences sur des Mammifères, des Oiseaux et des Batraciens, et voici les résultats que j'ai obtenus :

Lorsque chez un Mammifère (Chien, Lapin, Cochon d'Inde, Surmulot), on pratique la respiration artificielle, après l'avoir empoisonné à l'aide d'une forte quantité de curare délayé dans l'eau et introduit sous la peau, on peut entretenir les mouvements du cœur au moins pendant deux ou trois heures.

(1) J'emploierai dans cette note cette expression *motricité* dans un sens que j'ai déterminé ailleurs et qui doit être regardé comme le vrai sens physiologique du mot. La motricité est la fonction du nerf moteur, c'est-à-dire le pouvoir qu'il a de mettre en jeu la contractilité musculaire. C'est la motricité qui est abolie par le curare; mais le nerf moteur n'a pas perdu sa propriété physiologique, son excitabilité ou sa *neurilité*. La motricité est abolie seule, et très-probablement c'est par suite de l'action du curare soit sur le muscle, soit sur les *plaques motrices* de Rouget.

Or, pendant ce temps, on peut facilement, à des époques de plus en plus éloignées du moment de la mort et du moment de l'abolition de la motricité des nerfs des membres, soumettre les diverses régions du grand sympathique à des expériences de deux sortes. On peut en effet observer ce qui se passe dans les parties animées par les nerfs de ce système, soit lorsqu'on coupe ces nerfs, soit lorsqu'on les excite. Je ne parlerai ici que des filets vaso-moteurs des membres postérieurs et du cordon cervical du grand sympathique.

1° Filets nerveux vaso-moteurs des membres postérieurs.—

Comme M. Cl. Bernard l'a montré, le curare agit sur ces filets nerveux. En effet, les extrémités des membres deviennent très-chaudes dans les premières minutes qui suivent la cessation des mouvements spontanés, et cette élévation de température peut durer plus d'une demi-heure. Ce qui montre bien que cet effet est dû à une modification des nerfs vaso-moteurs, c'est que si l'on fait une incision sur l'un des orteils, on voit s'écouler du sang en bien plus grande quantité que chez un animal non empoisonné, et, de plus, ce sang a une teinte à moitié rutilante qu'il n'offre pas non plus dans les conditions physiologiques. Il y a donc dilatation des artéριοles et des veinules, et, par suite, passage plus abondant du sang artériel au travers des tissus, refroidissement moins grand de sang que dans l'état normal. Mais y a-t-il paralysie absolue, mort physiologique des nerfs vaso-moteurs? Non, il n'y a qu'un simple affaiblissement. En effet, si on coupe le nerf sciatique en travers, une heure après l'empoisonnement ou même plus tard, la dilatation des vaisseaux augmentera; si on le galvanise, comme on galvanise en même temps les filets vaso-moteurs qu'il contient, il y aura contraction de vaisseaux; on pourra ainsi arrêter l'écoulement du sang provenant d'une incision de l'un des orteils. Et cependant il y aura une heure, ou davantage, que l'excitation du nerf sciatique ne produit plus aucune contraction des muscles du membre.

On peut faire la même expérience sur une Grenouille, vingt-quatre heures après l'empoisonnement, et l'on obtiendra les mêmes résultats, mais peut-être d'une façon moins nette. L'expérience se fait en coupant les nerfs lombaires d'un

côté et les nerfs sympathiques qui s'y rendent. La vascularisation paraît plus grande dans les membranes interdigitales. On examine ensuite la circulation de ces membranes, à l'aide du microscope, pendant qu'on galvanise les nerfs coupés.

2^o *Cordon cervical du grand sympathique.*—Sur un Mammifère soumis à la respiration artificielle après qu'il a été empoisonné par une forte dose de curare, si l'on coupe le cordon cervical du grand sympathique (chez le Chien, on est obligé de couper en même temps le nerf pneumogastrique auquel ce cordon est accolé), il y aura des effets oculo-pupillaires, et des effets sur la température et la vascularisation du côté correspondant de la tête. Une heure, deux heures après l'abolition de la motricité des nerfs sciatiques, la section du cordon cervical du grand sympathique est suivie d'un rétrécissement de la pupille du même côté et des autres phénomènes déterminés par cette opération chez un animal sain : c'est toutefois l'action sur la pupille qui est le phénomène le plus manifeste. Si l'on galvanise le bout supérieur du cordon nerveux coupé, il y a dilatation considérable de la pupille, qui reprend ensuite peu à peu ses dimensions primitives.

Les vaisseaux de l'oreille chez un Lapin, un Cochon d'Inde ou un Surmulot se dilatent lorsqu'on coupe ainsi le cordon cervical du sympathique une heure ou deux après la mort de l'animal et il y a augmentation de chaleur dans cette partie. Mais ce dernier effet n'est bien marqué que lorsque la section est faite dans les premiers temps de la respiration artificielle, parce qu'alors la température du sang ne s'est pas encore notablement abaissée. Si l'on galvanise le sympathique, comme je l'ai indiqué depuis longtemps, il y a contraction manifeste des vaisseaux. Si l'on pince l'oreille du côté où le cordon sympathique a été coupé, si l'on frappe deux ou trois coups avec le doigt sur cette oreille, ou même si l'on y passe simplement le doigt avec une légère pression, il se produit très-rapidement une dilatation réflexe des vaisseaux de l'oreille; et les mêmes excitations ne déterminent que des effets très-peu marqués comparativement sur l'autre oreille.

Sur une Grenouille empoisonnée par du curare, si l'on enlève le ganglion cervical du grand sympathique vingt-quatre

ou trente heures après l'empoisonnement, il se produit une constriction remarquable de la pupille, et cette constriction peut persister pendant deux ou trois jours.

Les observations que l'on peut faire sur l'état des nerfs de l'iris chez les animaux empoisonnés par le curare ne se bornent pas à celles que je viens d'indiquer. Si l'on expose l'œil d'un Mammifère à la lumière, une heure ou deux après l'empoisonnement, il y a un rétrécissement très-marqué de la pupille. Si l'on soustrait l'œil à la lumière, il y a une dilatation non moins prononcée de la pupille, et ces effets peuvent être déterminés à volonté un grand nombre de fois. Si l'on enlève le crâne de l'animal et si, après avoir mis à nu les nerfs oculo-moteurs communs dans le crâne, on galvanise un de ces nerfs, il y a constriction immédiate de la pupille du côté correspondant (1). Les électrodes appliquées alors sur le cordon cervical du grand sympathique feront dilater la pupille, et l'on pourra obtenir ainsi alternativement l'un ou l'autre effet, suivant qu'on galvanisera l'un ou l'autre nerf, et cela deux heures et plus après l'empoisonnement. A une époque moins éloignée de l'empoisonnement, on verra même des mouvements spontanés de l'iris, sans qu'il y ait une excitation extérieure reconnaissable.

Chez un Pigeon empoisonné par le curare et soumis à la respiration artificielle, une ou deux heures après la mort apparente, on observe aussi des mouvements spontanés des iris. J'ai vu l'approche brusque du doigt ou de la main déterminer une modification de la pupille. La lumière produit encore plus sûrement des mouvements de l'iris : la pupille se rétrécit immédiatement lorsqu'on expose l'œil à la lumière solaire, ou à une lumière artificielle. On peut même constater, dans certains cas, que l'influence de la lumière sur un seul œil détermine une constriction des deux iris.

Une heure après l'empoisonnement, le pincement de la peau d'une partie quelconque du corps provoque une dilatation très-nette des pupilles chez les Pigeons. Il suffit même de souffler un peu fort sur le corps pour produire cet effet.

Il y a encore un autre effet qui se manifeste chez ces ani-

(1) Il y a, en même temps, un mouvement léger et très-remarquable d'oscillation du globe oculaire autour de son axe vertical.

maux. En même temps que la pupille se dilate sous l'influence de l'excitation des nerfs sensitifs d'une région du corps, on voit un mouvement se produire dans les plumes de la tête et du cou. Ces plumes, à demi hérissées, se renversent, s'appliquent les unes sur les autres, et le plumage redevient plus ou moins lisse. Il y a aussi parfois un mouvement de totalité de la peau, entraînée du bec vers les épaules; le bec lui-même alors s'incline sur la partie antérieure du cou.

Ce dernier mouvement paraît dû au peaucier; le premier mouvement, celui des plumes, est dû à la contraction des muscles des capsules des plumes.

En résumé, des faits relatés d'une façon succincte dans cette note, il résulte que le curare n'a qu'une influence légère sur les fonctions du système nerveux sympathique, si l'on compare cette influence à celle qu'il a sur les fonctions du système nerveux cérébro-spinal. Il en résulte aussi que même certains nerfs du système nerveux cérébro-spinal ont leurs fonctions beaucoup moins modifiées que ne le sont les fonctions de la plupart des nerfs de ce système. Ces faits conduisent à considérer comme insuffisant l'argument qu'on avait allégué pour prouver que les mouvements du cœur sont indépendants du système nerveux, argument tiré de la persistance des mouvements du cœur chez les animaux empoisonnés par le curare, puisque nous voyons que les nerfs du système sympathique conservent leurs fonctions chez ces animaux pendant très-longtemps, pendant plusieurs jours chez les Batraciens en hiver.

Sur la composition des rotations, par M. Edmond Bour.

On sait que le mouvement le plus général d'un corps solide, pendant un temps infiniment petit, est un mouvement hélicoïdal autour d'un axe connu sous le nom d'*axe central*. Une droite D du solide peut être amenée dans sa position infiniment voisine par l'effet d'une simple rotation autour d'une droite Δ , qui est la *conjuguée* de la première, ce qui revient à dire que les plans normaux aux trajectoires de tous

les points de la droite D se coupent suivant la droite conjuguée Δ . Cette propriété est réciproque.

Le beau théorème que je viens de rappeler souffre un grand nombre d'exceptions.

Considérons en effet une droite D qui rencontre deux conjuguées quelconques; il est facile de voir que les trajectoires de tous les points de cette droite lui sont normales, de sorte que la droite D est contenue dans tous les plans normaux à ces trajectoires; par suite, ces plans normaux ne sauraient avoir une autre droite qui leur soit commune; la droite D n'a pas de conjuguée, et il n'est pas possible de la faire passer de la position qu'elle occupe à la position voisine, par une simple rotation.

Ces exceptions m'ont paru jeter un certain louche sur la question des droites conjuguées, telle qu'elle est habituellement résolue; les couples de droites conjuguées sont bien nombreux, et il y a lieu de se demander comment sont distribuées toutes les droites, dont le nombre est doublement infini, qui s'appuient sur deux conjuguées quelconques, toutes ces droites auxquelles le théorème général ne s'applique pas. La construction suivante est destinée à mettre ce point en lumière.

Pour construire la conjuguée d'une droite D , plaçons l'axe central dans une position verticale, de telle sorte qu'un observateur debout le long de cet axe voie la rotation instantanée du système s'effectuer dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre. Soit P la perpendiculaire commune à l'axe central et à la droite D . Dans le mouvement hélicoïdal du système, P décrit une surface de vis à filets carrés; considérons le parabolôïde normal à cette surface, le long de la génératrice P , nous avons le théorème suivant:

THÉORÈME. *La conjuguée de la droite D est parallèle à la génératrice du parabolôïde qui passe au point où la droite D perce ce parabolôïde.*

Ce théorème nous fait aussi connaître la position de la conjuguée Δ ; en effet, les propriétés des droites D et Δ étant réciproques, il suffira, pour avoir un point de Δ , de chercher sur la perpendiculaire P le point où la deuxième génératrice du parabolôïde est parallèle à D .

Les droites singulières qui n'ont pas de conjuguées sont

précisément les génératrices du parabolôïde et de tous les parabolôïdes pareils qui répondent à tous les points de l'axe central, et à tous les azimuts autour de cet axe central.

Il y a plus : deux conjuguées sont telles que le mouvement infiniment petit du solide peut être représenté par deux rotations dont les axes coïncideraient avec ces conjuguées. Or, une direction définie par les cosinus des trois angles qu'elle fait avec trois axes fixes, ne répond pas toujours à un axe de rotation. Les seules directions admissibles sont celles des droites qui s'élèvent *au-dessus* du parabolôïde qui nous a servi tout à l'heure. Cette circonstance fait comprendre pourquoi les génératrices de ce parabolôïde n'ont pas de conjuguées : elles forment la limite entre les directions qui en ont et celles qui n'en ont pas, elles représentent la réunion de deux conjuguées qui se rapprochent indéfiniment l'une de l'autre en même temps que leur angle se rapproche de 180 degrés.

Sur les changements de volume consécutifs à la saturation des dissolutions alcalines par les acides, par M. Jules Regnaud.

Dans plusieurs communications antérieures, l'auteur a appelé l'attention de la Société sur quelques phénomènes consécutifs au mélange des dissolutions salines et à leur diffusion dans l'eau. Les premières observations ont porté sur les variations des indices de réfraction, mais des expériences complémentaires ont permis de rattacher celles-ci à des changements permanents du volume moyen des liquides mélangés. L'auteur a rapporté des exemples nombreux de dissolutions salines qui, mélangées deux à deux, et ne donnant lieu à la formation d'aucun sel insoluble, présentent des dilatations lorsque la nature des composés fait supposer un double échange entre les bases et les acides, et une contraction quand on peut admettre la permanence de chacun des groupes mis en présence. Frappé de la diminution constante de volume que subissent les dissolutions d'un sel unique mélangées avec l'eau, l'auteur a été conduit à penser que les dilatations et les contractions observées dans les

expériences précédentes dépendent surtout de la condensation plus ou moins grande qu'éprouve l'eau associée aux substances salines. Mais l'analyse de ces faits est tellement compliquée que, pour arriver à prouver expérimentalement leur origine, il a paru nécessaire d'étudier préalablement des phénomènes plus simples et qui s'en éloignent moins en réalité qu'en apparence ; ce sont ceux qui accompagnent la combinaison des bases solubles avec les acides au sein de l'eau.

La présente note contient seulement les résultats généraux de ces premières recherches, l'auteur se proposant de donner les détails des expériences dans une publication plus étendue. Les bases sur lesquelles on a opéré sont : la *potasse*, la *soude*, la *baryte* et l'*ammoniaque* ; les acides avec lesquels ces bases ont été combinées sont les suivants : acides *sulfurique*, *nitrique*, *phosphorique*, *chlorhydrique*, *acétique* et *tartrique*.

Ces divers composés ont été étendus ou dissous dans une quantité d'eau telle qu'un volume de chaque dissolution alcaline saturât exactement un volume identique de chaque acide convenablement dilué. En un mot, à la même température, deux volumes égaux des dissolutions contenaient des poids équivalents d'alcalis et d'acides. Les densités à $+15^{\circ}$ de chacune des séries de liquides ayant été déterminées et les corrections faites, on a obtenu les nombres exprimant la densité des solutions alcalines et celle des solutions acides équivalentes. D'où l'on a déduit, dans l'hypothèse qu'il n'y a ni contraction, ni dilatation, les densités moyennes à $+15^{\circ}$ du mélange à volume égal de la dissolution alcaline et de la solution acide correspondante. Un volume de la solution alcaline et un volume égal de l'acide ont été ensuite mélangés, avec les précautions nécessaires pour éviter toute perte de poids par suite du dégagement de chaleur résultant de la combinaison de l'alcali avec l'acide. Le mélange étant refroidi à $+15^{\circ}$, sa densité réelle a été déterminée à cette même température. On a dû tenir compte de la solubilité des sels formés, et comme toute cristallisation de ceux-ci aurait annulé les résultats, on a fait varier dans des expériences successives, portant sur la même base, les proportions des éléments dissous, mais les couples de liquides ont

constamment satisfait à la condition essentielle de se saturer à volumes égaux.

La première colonne du tableau (I) contient les densités d des solutions alcalines et celles d' des solutions acides équivalentes. Dans la seconde colonne sont les valeurs de $\delta = \frac{d + d'}{2}$ densités moyennes hypothétiques; dans la troisième on a inscrit les densités réelles d'' des solutions mélangées à volumes égaux, c'est-à-dire après la formation du sel neutre correspondant à chaque groupe.

Tableau (I).

Solutions équivalentes.	Densités	Densités moyen. à + 15°.	Densités réelles du mélange + 15°.
Alcalis. — Acides.	à + 15°.	$\delta = \frac{d + d'}{2}$	
Potasse.....	$d = 1,0638$	$\delta = 1,0526$	$d'' = 1,0440$
Acide sulfurique.....	$d' = 1,0415$		
Potasse.....	$d = 1,3023$	$\delta = 1,2100$	$d'' = 1,1702$
Acide chlorhydrique..	$d' = 1,1178$		
Potasse.....	$d = 1,1525$	$\delta = 1,0905$	$d'' = 1,0769$
Acide acétique.....	$d' = 1,0286$		
Potasse.....	$d = 1,1527$	$\delta = 1,1204$	$d'' = 1,1090$
Acide tartrique.....	$d' = 1,0881$		
Soude.....	$d = 1,0765$	$\delta = 1,0682$	$d'' = 1,0570$
Acide sulfurique.....	$d' = 1,0599$		
Soude.....	$d = 1,1751$	$\delta = 1,1788$	$d'' = 1,1361$
Acide nitrique.....	$d' = 1,1825$		
Soude.....	$d = 1,0771$	$\delta = 1,0894$	$d'' = 1,0826$
Acide phosphorique..	$d' = 1,1017$		
Soude.....	$d = 1,2471$	$\delta = 1,1833$	$d'' = 1,1306$
Acide chlorhydrique..	$d' = 1,1195$		
Soude.....	$d = 1,1756$	$\delta = 1,1195$	$d'' = 1,1151$
Acide tartrique.....	$d' = 1,0635$		
Baryte.....	$d = 1,0260$	$\delta = 1,0187$	$d'' = 1,0150$
Acide nitrique.....	$d' = 1,0114$		
Baryte.....	$d = 1,0247$	$\delta = 1,0153$	$d'' = 1,0113$
Acide chlorhydrique..	$d' = 1,0059$		
Baryte.....	$d = 1,0256$	$\delta = 1,0156$	$d'' = 1,0145$
Acide acétique.....	$d' = 1,0057$		

Extrait de l'*Institut*, 1^{re} section, 1865.

La comparaison des nombres inscrits dans le tableau (I) montre que, quelle que soit la nature des acides que l'on combine à la potasse, à la soude, à la baryte, et l'état de dilution des dissolutions, les densités réelles des mélanges sont constamment inférieures aux densités hypothétiques calculées pour une même température. La troisième colonne du tableau (II) indique la valeur $\delta - d''$ de ces différences. La quatrième colonne du même tableau renferme les nombres qui expriment la dilatation subie par l'unité de volume de chacun des mélanges. $V = \frac{1}{\delta}$ étant le volume hypothétique de 1 gramme de l'un des mélanges, et $V' = \frac{1}{d''}$ son volume réel, on a pour la dilatation : $\frac{V' - V}{V} = \frac{\delta}{d''} - 1$.

Tableau (II).

Solutions mixtes		Densités calcul.	Densités réelles.	Diffé- rences.	Dilata- tions.
(1 équiv. alcali + 1 équiv. acide.)		$\delta + 15^{\circ}$.	$d'' + 15^{\circ}$.	$\delta - d''$.	$\frac{\delta}{d''} - 1$.
Potasse.	+ Acide sulfurique.....	1,0526	1,0440	0,0086	0,0082
Id.	+ Acide chlorhydrique.	1,2100	1,1702	0,0398	0,0340
Id.	+ Acide acétique	1,0905	1,0769	0,0136	0,0126
Id.	+ Acide tartrique.....	1,1204	1,1090	0,0114	0,0102
Soude.	+ Acide sulfurique	1,0682	1,0570	0,0112	0,0105
Id.	+ Acide nitrique	1,1788	1,1361	0,0427	0,0375
Id.	+ Acide phosphorique..	1,0894	1,0826	0,0068	0,0062
Id.	+ Acide chlorhydrique.	1,1833	1,1306	0,0527	0,0466
Id.	+ Acide tartrique.....	1,1195	1,1151	0,0044	0,0039
Baryte.	+ Acide nitrique	1,0187	1,0150	0,0037	0,0036
Id.	+ Acide chlorhydrique.	1,0153	1,0113	0,0040	0,0039
Id.	+ Acide acétique	1,0156	1,0145	0,0011	0,0010

Ainsi, lors de la combinaison des alcalis hydratés et dissous avec les acides, il se manifeste une augmentation permanente du volume moyen. Ce phénomène paraît singulier quand on réfléchit à l'énergie des affinités satisfaites ; mais avant de chercher quelle en est la cause, il importe de montrer que les choses se passent d'une façon toute différente pendant la saturation des solutions aqueuses d'am-

moniaque. Le tableau (III), dans lequel on a conservé les mêmes notations que précédemment, résume les expériences relatives à la combinaison de l'ammoniaque avec les acides.

Tableau (III).

Solutions équivalentes.	Densités à + 15°.	Densités moyen. à + 15°. $\delta = \frac{d + d'}{2}$	Densités réelles du mélange à + 15°. d''
Ammoniaque.—Acides.			
Ammoniaque	$d = 0,9558$	$\delta = 1,0743$	$d'' = 1,1117$
Acide sulfurique	$d' = 1,1929$		
Ammoniaque	$d = 0,9558$	$\delta = 1,0057$	$d'' = 1,0248$
Acide chlorhydrique	$d' = 1,0556$		
Ammoniaque	$d = 0,9558$	$\delta = 1,1017$	$d'' = 1,1261$
Acide nitrique	$d' = 1,2476$		
Ammoniaque	$d = 0,9558$	$\delta = 1,0739$	$d'' = 1,1218$
Acide tartrique	$d' = 1,1920$		
Ammoniaque	$d = 0,9558$	$\delta = 1,0032$	$d'' = 1,0500$
Acide acétique	$d' = 1,0507$		

La combinaison de l'ammoniaque avec les acides s'accomplit donc au sein de l'eau en donnant lieu à une contraction. Les différences $d'' - \delta$ entre les densités réelles et les densités calculées sont notées à la troisième colonne du tableau (IV), et les contractions : $\frac{V - V'}{V} = 1 - \frac{\delta}{d''}$, à la quatrième.

Tableau (IV).

Solutions mixtes.	Densités calculées à + 15°.	Densités réelles à + 15°.	Diffé- rences $d'' - \delta$.	Contrac- tions. $1 - \frac{\delta}{d''}$.
(Ammoniaque 1 éq. + Acide 1 éq.)	δ .	d'' .	$d'' - \delta$.	$1 - \frac{\delta}{d''}$.
Ammoniaque. + Acide sulfurique.	1,0743	1,1117	0,0374	0,0337
Id. + Acide chlorhydr.	1,0057	1,0248	0,0191	0,0187
Id. + Acide nitrique ..	1,1017	1,1261	0,0244	0,0217
Id. + Acide tartrique..	1,0739	1,1218	0,0479	0,0427
Id. + Acide acétique ..	1,0032	1,0500	0,0468	0,0446

On voit que, tandis que les dissolutions aqueuses des hydrates alcalins augmentent de volume lorsqu'on les sature par divers acides plus ou moins dilués, la solution aqueuse

d'ammoniaque, dans les mêmes circonstances, subit une diminution de volume.

On peut essayer d'expliquer la dilatation dans le cas des hydrates alcalins, en s'appuyant sur les considérations suivantes. Les hydrates de potasse, de soude et de baryte sont assimilés depuis longtemps à de véritables sels, et la production de ces sels donne lieu à un dégagement de chaleur et à une contraction. L'auteur a constaté que, dans ces hydrates définis, l'affinité de l'oxyde MO pour l'eau n'est pas épuisée et qu'elle se manifeste, lors de leur mélange avec ce liquide, non-seulement par une élévation de température, mais encore par une contraction ; ce qui, du reste, s'observe également pour les acides. Il est donc permis d'attribuer l'augmentation de volume qui suit la combinaison des alcalis et des acides dilués : 1° à la double décomposition en vertu de laquelle l'eau cesse de jouer le rôle d'acide dans l'hydrate alcalin et celui de base dans l'acide ; 2° à ce que l'affinité du sel formé pour l'eau est inférieure à celle de chacun des groupes primitifs qui ont concouru à sa production.

Ces deux causes offrent entre elles une étroite connexion et se rattachent peut-être au même phénomène originel. Il est permis, toutefois, de les envisager isolément, car la première seule suffit pour déterminer le sens de la variation de volume, si la condensation subie par les éléments du sel au moment de leur combinaison est moindre que la dilation consécutive à la mise en liberté de ceux de l'eau par le fait du double échange.

Quant à l'ammoniaque Az H^3 , malgré sa grande solubilité dans l'eau, elle ne paraît pas contracter de combinaison stable avec les éléments de cette dernière. Sans rien décider sur l'existence d'un hydrate d'oxyde d'ammonium, on peut dire que la solution d'ammoniaque mise en présence des acides se comporte comme si les éléments du gaz Az H^3 simplement dissous dans l'eau quittaient cette dernière pour se fixer sur les éléments de l'acide, en vertu d'une affinité puissante. La contraction constatée lors de la formation des sels ammoniacaux ne serait pas compensée comme dans le cas des hydrates d'oxydes par le dégagement d'eau dû à la double décomposition.

En résumé, les expériences précédentes établissent que

les solutions aqueuses des hydrates alcalins et la solution d'ammoniaque donnent lieu, en se combinant aux acides dilués, à deux phénomènes inverses : une dilatation pour les premières, une contraction pour la seconde.

Quant à l'interprétation de ces faits, elle exige une démonstration plus complète ; l'auteur espère la trouver en appliquant le même mode d'investigation à d'autres bases solubles et, en particulier, aux ammoniaques découvertes par M. Wurtz. Peut-être y aurait-il lieu aussi de tenir compte du volume atomique des composés mis en présence dans ces réactions.

Recherches géométriques sur la réflexion de la lumière polarisée, par M. A. Cornu.

DEUXIÈME PARTIE.

Le théorème que nous avons établi ci-dessus a été démontré d'une façon synthétique sans faire voir par quelles idées nous y avons été conduit ; les considérations qui suivent permettront d'analyser la question à un autre point de vue, et de prévoir la méthode qui nous servira à traiter le cas beaucoup plus complexe des milieux cristallisés.

Il est facile de montrer, en effet, que les principes énoncés par Mac Cullagh et Neumann conduisent immédiatement à la propriété que possèdent les trois plans indiqués de se couper suivant une même droite ; ces géomètres, modifiant les idées de Fresnel, ont énoncé la proposition suivante :

Si l'on suppose les vibrations lumineuses transversales et parallèles au plan de polarisation, leurs amplitudes dans les rayons incident, réfléchi et réfracté des milieux isotropes se composent comme en mécanique les droites représentatives des forces : elles forment un polygone fermé.

De là, nous concluons que le polygone des vibrations, étant un triangle, est nécessairement plan ; par suite, les trois plans dont ces vibrations sont les normales passent par une même droite, si ces trois plans passent par un même

point. Quels sont ces plans ? Comme les vibrations sont transversales, les plans correspondants contiennent le rayon auquel appartient la vibration. Donc, ce sont les plans menés par les rayons perpendiculairement à leur plan de polarisation.

Ces considérations purement géométriques ne sont pas suffisantes pour aller plus avant, car on n'achève la question qu'en faisant appel au théorème des forces vives, lequel n'est pas aussi facile à traduire géométriquement ; mais elles ont l'avantage d'attirer l'attention sur cette droite commune à ces trois plans et de présenter son mouvement comme l'*élément caractéristique* des déplacements simultanés des plans de polarisation.

Aussi, en ayant recours au principe des forces vives, on démontre que cette droite se meut dans un plan perpendiculaire au rayon réfracté.

En résumé, nous voilà conduit à étudier le lien décrit par la droite commune aux plans de polarisation incident et réfléchi : tel est le problème dont nous allons exposer la solution dans le cas général.

THÉORÈME. *Dans les milieux cristallisés quelconques, la droite d'intersection des plans normaux aux plans de polarisation des rayons incident et réfléchi menés respectivement par ces rayons, décrit un cône du second degré.*

Ce cône passe par les deux rayons et par les positions de la normale au polygone des vibrations dans les trois cas où ce polygone devient plan.

Avant de démontrer cette proposition, nous ferons remarquer que, malgré une incompatibilité apparente, la propriété des milieux isotropes n'en est qu'un cas particulier. Dans ce dernier cas, en effet, le cône du second degré se réduit à un système de deux plans : l'un est le plan perpendiculaire au rayon réfracté, l'autre est le plan d'incidence. Cette seconde partie de la solution nous avait échappé, car elle constitue une généralisation géométrique plutôt minutieuse qu'importante au point de vue physique.

Ceci posé, nous admettrons, sans chercher à l'établir mathématiquement, le résultat suivant dû à Neumann (voir la traduction de ce mémoire, *Journal de Liouville*, année 1842).

La relation qui lie les positions respectives des plans de

polarisation des rayons incident et réfléchi dans les milieux cristallisés quelconques, est définie par l'expression :

$$A \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \alpha' + B \operatorname{tg} \alpha + C \operatorname{tg} \alpha' + D = 0,$$

dans laquelle α, α' représentent les angles que font respectivement ces deux plans avec le plan d'incidence, et A, B, C, D des coefficients constants quand l'incidence et le plan de réflexion restent fixes.

Expérimentalement, on arrive à reconnaître que ces deux plans forment deux faisceaux homographiques, car, à une position de l'un d'eux ne correspond qu'une position de l'autre et réciproquement. Il résulte donc de l'une ou l'autre de ces considérations, que la droite commune décrit un cône du second degré passant par les deux rayons.

Restent trois génératrices à trouver pour achever la détermination du cône. A cet effet, considérons le polygone des vibrations. Ici, comme un rayon incident donne naissance à deux rayons réfractés et à un rayon réfléchi, le polygone est un quadrilatère, lequel en général sera gauche. Mais, suivant la théorie bien connue de la surface de l'onde, les vibrations réfractées ne sont plus mobiles comme dans les milieux isotropes autour de leur rayon; leur direction reste fixe, mais leur amplitude est variable, de sorte que le quadrilatère possède deux côtés fixes en direction. Dès lors il est facile de comprendre qu'il y aura trois cas où le polygone sera plan :

1^o et 2^o Les cas où l'une des vibrations réfractées s'éteindra, ce qui correspond à deux positions particulières du plan de polarisation incident ;

3^o Le cas où la vibration incidente sera située dans le plan des vibrations réfractées.

Mac Cullagh (voir la traduction de ce mémoire dans le *Journal de Liouville*, année 1842) a étudié géométriquement d'une manière fort élégante les deux premiers cas. Il a donné une formule très-simple pour définir le plan du triangle des vibrations dans le cas où l'un des rayons réfractés s'éteint. Il a démontré que, *lorsqu'il n'y a qu'un seul rayon réfracté, le plan des vibrations est le plan polaire de ce rayon*, en désignant par *plan polaire* d'un rayon réfracté extraordinairement le plan mené parallèlement à la vibration (laquelle est rigoureusement transversale) par une droite

qui fait avec la normale au plan d'onde l'angle φ ainsi défini :

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{tg} \varepsilon \cdot \frac{\sin^2 \rho}{\sin^2 i - \sin^2 \rho}$$

ε étant l'angle du rayon extraordinaire avec la normale à son onde plane ; ρ l'angle que fait cette normale avec la normale à la surface réfléchissante.

Quant au troisième cas, il est très-simple, grâce à ce que les vibrations sont fixes en direction et ne dépendent que de la surface de l'onde.

Nous allons alors répéter ici le raisonnement énoncé ci-dessus. Quand le polygone des vibrations est plan, les plans dont ces vibrations sont les normales se coupent suivant une même droite ; la droite d'intersection sera la normale au plan des vibrations.

Or, parmi les plans qui se coupent ainsi, se trouvent les plans menés par les rayons incident et réfléchi normalement à leurs plans respectifs de polarisation. On connaît donc, par les considérations qui précèdent, trois positions de cette droite commune ; les deux rayons eux-mêmes achèvent de déterminer le cône du second degré, lieu des positions de cette droite d'intersection.

Le théorème se trouve ainsi démontré.

Si l'on rapproche la formule :

$$A \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \alpha' + B \operatorname{tg} \alpha + C \operatorname{tg} \alpha' + D = 0,$$

de la formule $\operatorname{tg} \alpha' = \operatorname{tg} \alpha \frac{\cos(i+r)}{\cos(i-r)}$ qui représente la loi d'o-

rientation des plans analogues dans les milieux isotropes, on sera conduit à mettre la première de ces relations sous la forme :

$$\operatorname{tg} (\alpha' + \beta') = K \operatorname{tg} (\alpha + \beta)$$

β' , β et K étant des constantes ; on en tirera cette conséquence fort intéressante, à savoir qu'on peut déduire la loi des déplacements simultanés des plans de polarisation dans le cas le plus complexe de la réflexion cristalline de la loi si simple du phénomène correspondant des milieux isotropes.

En effet, en choisissant un milieu isotrope dont l'indice soit défini par la condition :

$$\frac{\cos(i+r)}{\cos(i-r)} = K, \text{ c'est-à-dire } tgi \ tgr = \frac{1-K}{1+K}, \ n = \frac{\sin i}{\sin r},$$

les plans qui feront avec les plans de polarisation du rayon incident et du rayon réfléchi sous l'angle i des angles constants et respectivement égaux à β et β' , représenteront exactement les plans analogues du milieu cristallisé. Il en résulte aussi que le petit appareil à *croisillons*, que nous avons mis sous les yeux de la Société, est un appareil général de *synthèse cinématique* et qu'il peut représenter tous les phénomènes de réflexion cristalline dans le cas le plus général.

Cet appareil a l'inconvénient de ne pas se prêter à une réalisation mécanique très-rigoureuse, à cause de la disposition même et de la forme des pièces. Mais nous sommes parvenu à une autre disposition, fondée sur un tout autre principe, qui permet de réaliser un instrument propre à des recherches expérimentales, et même à des déterminations très-précises. Il sera l'objet d'une description spéciale quand nous serons en mesure de donner les quelques résultats intéressants qu'il doit fournir.

Séance du 18 Mars 1865.

PRÉSIDENCE DE M. DE LA GOURNERIE.

M. Mannheim communique de la part de M. Janin, élève à l'École polytechnique, une solution de ce problème : par un point donné mener des droites doublement tangentes à un tore. Elle est relative au cas particulier où le point donné est à l'infini, c'est-à-dire lorsqu'il s'agit de mener à un tore des tangentes doubles parallèles à une droite donnée.

M. Mannheim étend cette proposition au cas général.

M. Alix expose ses recherches sur le développement des plumes.

Sur ce problème : « Par un point donné mener des droites doublement tangentes à un tore, » par MM. Janin et Mannheim.

M. Mannheim communique une solution, due à M. Janin, élève à l'École polytechnique, qui est relative au cas particulier où le point donné est à l'infini, c'est-à-dire lorsqu'il s'agit de mener à un tore des tangentes doubles parallèles à une droite donnée.

Le tore est donné par ses projections sur deux plans : l'un, pris pour plan horizontal, est perpendiculaire à l'axe de révolution du tore ; l'autre, vertical, est parallèle à la droite donnée. Sur ce dernier plan, on a deux circonférences (C), (C') faisant partie du contour apparent du tore.

Les tangentes doubles ont pour projection verticale la droite menée, par la projection du centre du tore, parallèlement à la projection de la droite donnée. Du centre de (C) on abaisse sur cette droite une perpendiculaire ; du pied de cette ligne, on mène une parallèle à l'axe du tore, cette droite rencontre (C) en deux points : les parallèles du tore qui passent par ces points contiennent les points de contact des tangentes doubles cherchées. D'après cela, on a les projections verticales de ces points de contact et par suite les projections horizontales des tangentes doubles.

M. Janin a été conduit à cette construction par la considération de l'hyperboloïde de révolution, doublement tangent au tore, qui est engendré par la rotation d'une tangente double autour de l'axe du tore. Cet hyperboloïde a pour contour apparent sur le plan vertical une hyperbole dont on connaît les asymptotes et qui est doublement tangente à chacune des circonférences (C) et (C'). Dans la construction précédente, on a simplement cherché les points où cette hyperbole touche les circonférences (C) et (C').

M. Mannheim fait ensuite remarquer que l'idée de M. Janin de considérer cet hyperboloïde de révolution doublement tangent au tore conduit à la construction des tangentes doubles issues d'un point quelconque S. La trace de cet hyperboloïde sur le point méridien qui contient S est une hyper-

bole passant par ce point et doublement tangente à chacune des circonférences méridiennes du tore (E) et (E'). Il suffit encore, comme précédemment, de chercher les points où cette hyperbole touche (E) ou (E').

Pour les déterminer, on opère dans le plan méridien qui passe par S. On mène la tangente SA qui touche (E) en A et la tangente SB qui touche (E') en B. Du point S comme centre, avec SA pour rayon, on décrit une circonférence qui coupe SB en D. On décrit une circonférence concentrique à (E') et qui passe par D : cette courbe rencontre (E) aux points cherchés.

Ces points étant trouvés, on a par suite les deux parallèles du tore contenant les points où les tangentes doubles touchent le tore.

Pour achever, il suffit de mener du point S des droites rencontrant ces deux parallèles du tore, problème qui est résolu par la détermination des droites d'intersection des deux cônes ayant pour sommet commun S et pour bases ces deux parallèles.

Recherches géométriques sur la réflexion de la lumière polarisée, par M. A. Cornu.

TROISIÈME PARTIE.

D'après ce qui précède, la détermination expérimentale des angles β et β' et du coefficient K est le but que doit se proposer le physicien ; les angles β et β' s'obtiennent très-aisément par les considérations suivantes.

Considérons les deux relations

$$\frac{\operatorname{tg} (\alpha + \beta)}{\operatorname{tg} (\alpha' + \beta')} = \frac{1}{K} \frac{\operatorname{tg} (\alpha + \frac{\pi}{2} + \beta)}{\operatorname{tg} (\alpha' + \frac{\pi}{2} + \beta')} = K.$$

Elles représentent deux cônes du second degré ayant deux génératrices communes ; elles en ont encore deux autres :

$$\left\{ \begin{array}{l} \alpha = -\beta \\ \alpha' = -\beta' \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} \alpha = -(\beta + \frac{\pi}{2}) \\ \alpha' = -(\beta' + \frac{\pi}{2}) \end{array} \right.$$

On voit donc que les angles β , β' sont donnés par l'intersection de deux cônes ; l'un est le lieu de la droite commune aux deux plans de polarisation ; l'autre le lieu de la droite commune aux plans normaux à ces derniers.

On peut mettre cette propriété des angles β , β' sous une autre forme, et dire : Les angles sont les valeurs correspondantes des azimuts α , α' des plans de polarisation incident et réfléchi qui sont rectangulaires.

Le cône du second degré que nous venons d'étudier, peut se résoudre en un système de deux plans, et on obtient dans ce cas particulier la théorie du phénomène connu sous le nom de *polarisation complète*.

En effet, supposons que l'un des plans passe par le rayon incident, l'autre par le rayon réfléchi, ce système de deux plans formant le lieu de la droite commune aux plans de polarisation des deux rayons, il est évident que, quelle que soit la direction du plan de polarisation incident, le plan de polarisation réfléchi est fixe. Donc, si la lumière incidente est naturelle, la lumière réfléchie sera complètement polarisée.

D'après ce que nous venons de dire, on voit que tous les cas où le cône se réduit à un système de deux plans ne correspondent pas au phénomène de polarisation complète. Mais la discussion en est aisée, nous ne nous y arrêterons pas.

Le théorème qui précède suppose essentiellement que le plan de réflexion et l'angle d'incidence restent fixes ; dès que l'un ou l'autre de ces éléments varie, la complication devient extrême, parce qu'on introduit toutes les difficultés qui proviennent de la surface de l'onde, par suite de la variation des rayons réfractés. Mais on peut, en changeant simultanément le milieu extérieur et l'incidence, parvenir à conserver les mêmes rayons réfractés ; il suffit pour cela de choisir

des indices n n' n'' ... et des incidences liées par les relations

$$\frac{\sin i}{n} = \frac{\sin i'}{n'} = \frac{\sin i''}{n''} = \dots$$

Si, pour chaque incidence particulière, on construit le cône précité, on peut se proposer de chercher son enveloppe. Le théorème remarquable auquel on parvient consiste en ce que *tous ces cônes passent par quatre droites fixes*.

On aperçoit immédiatement l'une de ces droites : c'est la normale au plan des vibrations réfractées, lequel reste le même, puisque les rayons réfractés restent fixes.

Si le cristal est à un seul axe optique, on trouve aisément une seconde droite commune à tous les cônes : c'est la normale au plan des vibrations dans le cas où le rayon extraordinaire s'éteint.

Pour rechercher l'enveloppe dans le cas général, il suffirait d'exprimer analytiquement les relations suivant lesquelles les quatre génératrices caractéristiques du cône se déplacent quand varie l'incidence, car nous savons que la cinquième est fixe.

Les rayons incident et réfléchi restent dans le plan d'incidence, faisant des angles égaux avec la normale à la surface réfléchissante.

Les directions correspondant aux cas de l'extinction des rayons réfractés, sont toujours dans un plan parallèle à leur vibration respective et faisant, avec la normale à l'onde, l'angle φ ,

$$\operatorname{tg} \varphi = \operatorname{cotg} \varepsilon \frac{\sin^2 i - \sin^2 \rho}{\sin^2 \rho} \text{ pour l'autre } \operatorname{tg} \varphi' = \operatorname{cotg} \varepsilon' \frac{\sin^2 i - \sin^2 \rho}{\sin^2 \rho'}$$

Ainsi traité, le problème offre des difficultés analytiques assez grandes; aussi vaut-il mieux décomposer la question, traiter d'abord le cas des milieux à un axe optique, où l'un seulement des deux rayons suit la loi extraordinaire; cette question une fois résolue, le cas général s'en déduit immédiatement.

Pour y arriver d'une manière assez élégante, on n'a qu'à considérer un lemme préliminaire dont voici l'énoncé :

Si l'on mène par la direction ϕ deux plans passant respectivement par les rayons incident et réfléchi, l'enveloppe de ce système de deux plans est un cône du second degré. Ce cône auxiliaire est tangent au plan d'incidence le long de la droite faisant, avec la normale à la surface réfléchissante, l'angle $(-r)$.

En comparant cette propriété avec celle qu'auraient les lignes correspondantes si le théorème était démontré, on arrive à une identification complète.

Il n'est pas besoin d'appeler l'attention des expérimentateurs sur l'importance de cette proposition : la condition géométrique à laquelle sont soumis les indices des milieux extérieurs et les incidences est l'une des plus simples à réaliser pratiquement.

En même temps, ce théorème permet, pour ainsi dire, de suivre des yeux la complication de ces phénomènes qui avaient tant surpris les premiers observateurs, de ces déviations exagérées du plan de polarisation dans la réflexion au sein des liquides, et de ces dispersions énergiques qui semblaient du domaine exclusif de la catoptrique.

Nous ajouterons encore quelques remarques.

Parmi tous ces cônes du second degré passant par quatre droites, il y a trois systèmes de deux plans. On parvient à en conclure que, *dans la série des incidences qui correspondent aux mêmes rayons réfractés, il y a, en général, trois valeurs donnant lieu au phénomène de polarisation complète.*

L'observation directe de ces incidences permet de construire la base de ce faisceau de cônes ; cependant, l'observation de deux positions du cône, par exemple, en prenant pour milieu extérieur l'air, puis un liquide quelconque, suffira pour la déterminer.

De tout ce qui précède on peut conclure :

1^o Étant données une surface cristalline plane, l'orientation des axes d'élasticité optique, et leurs valeurs absolues, on peut construire géométriquement, pour une incidence déterminée, toutes les particularités de la réflexion de la lumière polarisée.

2^o Réciproquement, étant données les mesures relatives à la réflexion cristalline dans des circonstances bien définies, on peut construire géométriquement autant de rayons ré-

fractés qu'on voudra, pour servir à définir les dimensions de la surface d'onde du cristal.

En particulier, de la position des quatre génératrices fixes on déduira si le cristal est à un ou deux axes optiques, suivant que l'un des deux rayons réfractés suivra ou ne suivra pas la loi ordinaire, et on déterminera très-simplement l'indice ordinaire quand il existera.

En un mot, on voit que les phénomènes de réflexion peuvent donner, sur les constantes optiques des cristaux, des indications et des mesures qu'on ne demande d'ordinaire qu'à la réfraction. C'est donc un nouveau champ d'observations offert aux expérimentateurs, et une méthode nouvelle qui leur permettra d'étendre leurs investigations à des cristaux que l'opacité, par exemple, ou la taille difficile rendent impropres à tout autre genre d'étude.

Séance du 25 Mars 1865.

PRÉSIDENCE DE M. DE LA GOURNERIE.

M. Le Jolis, récemment élu membre correspondant, adresse à la Société ses remerciements.

M. le Dr Paul Marès fait une communication sur la constitution géologique et la flore des îles Baléares et en particulier de l'île de Majorque.

MM. Laurent et Delanoue demandent quelques explications sur la disposition orographique de ce pays.

M. de la Gournerie fait une communication sur diverses propriétés des faisceaux des surfaces du second ordre.

Sur les îles Baléares et leur végétation, par M. Paul Marès.

En 1825, M. Cambessèdes, botaniste distingué, disciple et ami des botanistes les plus célèbres de son temps, a publié, dans les *Mémoires du Muséum*, t. XIV, p. 173, une : « *Enumeratio plantarum quas in insulis Balearibus collegit* », précédée d'une introduction remarquable sur la végétation méditerranéenne.

Dans le courant des années 1850, 1852 et 1855, je parcourus en entier les Baléares, principalement au point de vue botanique. En réunissant les récoltes de ces trois voyages, je me trouvai posséder un quart d'espèces en plus que mon célèbre devancier. Parmi ces espèces s'en trouvaient quelques-unes complètement nouvelles pour la science ; elles seront décrites et figurées. En 1855, ayant écrit à ce sujet à M. Cambessèdes, qui vivait encore, il m'encouragea de la manière la plus bienveillante à publier un nouveau catalogue. La rareté actuelle de son « *Enumeratio* » acheva de me décider à entreprendre ce travail. J'ai l'honneur de présenter à la Société quelques-uns des points principaux de l'introduction de cet ouvrage aujourd'hui presque entièrement terminé.

La grande Baléare, qui nous occupera seule dans ce court résumé, présente la forme d'un quadrilatère irrégulier. Toute la côte nord-ouest est formée, sur une longueur de 80 kilomètres environ, par une chaîne de montagnes dont les rochers s'élèvent presque d'un seul jet du sein des flots, jusqu'à 1360 et 1400 mètres aux points sommets.

Cette haute muraille protège la plaine contre les vents du rhombe nord, qui soufflent avec une violence extrême pendant presque toute la durée de la saison froide. Le climat est marin : jamais il ne gèle et ne neige dans la plaine, si ce n'est par des hivers exceptionnels ; l'air est généralement humide ; mais le sol est sec, reçoit très-peu de pluie dans la plaine, et ne possède que des sources espacées, le plus souvent peu abondantes. Cette particularité s'explique facilement par la disposition géologique du sol, dont les terrains jurassiques, crétacés et tertiaires offrent une ressemblance remarquable, pour la structure intime et l'aspect extérieur, avec ceux des côtes nord-est de l'Espagne et les côtes sud de la France. Le Pin d'Alep croît sur tout le pourtour des îles et peuple aussi bien les plages, où il se mêle au *Pistacia lentiscus*, que les hauts rochers à pic dont il garnit les anfractuosités les plus inaccessibles ; toutefois, il ne s'élève pas au-dessus de 400 à 500 mètres d'altitude. Le Chêne vert (*Quercus Ilex*) couvre encore de grands espaces, surtout dans la montagne, jusqu'à 600^m environ au-dessus du niveau de la mer. La grosseur de ses arbres, leur force, leur

vieillesse, prouvent combien le climat lui est propice. Il s'y mêle quelques *Quercus Ballota*, les uns greffés, les autres très-probablement spontanés.

Le Buis de Mahon (*Buxus Balearica*) couvrait encore en 1850 toute la montagne du Tetx, du côté de Solter; le puig gros de Ternellas, du côté de Pollenza. Le versant de ces montagnes offrait, entre 300 et 800^m d'altitude, l'aspect d'une véritable forêt de ces arbustes toujours veris et d'un port si élégant. Au dire des habitants, certains pieds étaient plus gros que le corps d'un homme, et leur bois dur et compact servait à des travaux d'ébénisterie. En 1852, tout fut coupé et déraciné pour en faire du charbon!...

Dans les haies, dans les fonds de ravins, les *Phyllirea latifolia* et *angustifolia*, le *Rhamnus alaternus* et sa curieuse variation baléarique, le Lentisque, le Grenadier, l'Olivier sauvage, le Myrthe commun, etc., etc., y croissent pêle-mêle, entrelacés de pampres sauvages et forment des fourrés impénétrables de verdure, surtout dans les rares fonds où suintent encore quelques gouttes d'eau en été. Le *Laurus nobilis* se rencontre dans les fentes des grands rochers à pic du Gorg-blaou, et le *Chamerops humilis* croît assez abondamment dans certaines garrigues, surtout dans les solitudes rocheuses et accidentées du cap Formentera, où nous lui avons vu atteindre 2 et 3 mètres de hauteur.

L'Olivier croît spontanément dans le sol rouge et rocailleux des collines, mais la greffe le ramène partout dans l'ensemble de la végétation cultivée. Il ne dépasse pas l'altitude de 700^m. Sa vigueur, la puissance de sa végétation, sont extraordinaires. Le Caroubier (*Ceratonia siliqua*, Lin.) le suit partout: il pousse dans les mêmes conditions, mais n'atteint pas tout à fait la même altitude.

Le Figuier, qui vient si facilement sur les vieux murs, dans les décombres, a été utilisé avec intelligence pour peupler de grands espaces improductifs, comme du côté d'Algayda, de Petra, de Manacor, etc., où la terre végétale peu profonde, maigre, argileuse, à sous-sol de calcaire-moellon tertiaire, est impropre aux cultures ordinaires. En quelques années, une simple branche bien plantée dans ce terrain peut donner un arbre dont il faut étançonner, à plusieurs mètres à l'entour, les branches chargées de fruits.

L'Amandier couvre les environs de Palma.

L'Oranger est l'objet d'une culture active, mais forcément limitée par le manque d'eau ; les oranges de Majorque, si justement renommées sur tout le littoral méditerranéen de la France, proviennent presque sans exception de Soller, beau cirque de 7 à 8 kilomètres de diamètre, au pied des plus hautes montagnes de l'île. Cette petite vallée, parfaitement abritée et arrosée, n'est plus qu'un immense jardin d'Orangers, de Citronniers, de Cédratiers, admirablement cultivés par une population active et laborieuse.

Les couches de la grande chaîne montagneuse plongent fortement vers le sud-sud-est ; il en résulte que, lorsqu'on les gravit par la face nord-ouest, on se trouve souvent en face de hautes murailles à pic, formées par les tranches vives des puissantes assises calcaires qui constituent le sol. — Tous les sommets, à peu d'exceptions près, se terminent par une de ces longues et hautes murailles. C'est là, sur ce front inaccessible, que se montrent, dans les moindres anfractuosités, de nombreuses espèces, presque toutes baléariques ou présentant un grand intérêt aux botanistes. En effet, on y rencontre immédiatement le *Brassica Balearica*, l'*Hippocrepis Balearica*, le *Silene velutina*, le *Lonicera Pyrenaica*, une belle variété pourpre du *Fumaria capreolata*, le *Scabiosa Cretica*, l'*Helichrysum Fontanesii*, l'*H. Lamarckii*, l'*Hieracium Triasii* (*crepis*)... ; immédiatement au pied de ces mêmes rochers, ou dans leurs anfractuosités plus terreuses : l'*Hypericum Balearicum*, l'*Arenaria Balearica*, l'*Helleborus lividus*, le *Delphinium pictum*, le *Pæonia corallina* et sa variété à fruits glabres, l'*Erodium chamædrioides*, le *Lotus tetraphyllus*, le *Thymus filiformis*, le *Digitalis Thapsi*, le *Disandra Africana*, le *Linaria origanifolia*, l'*Euphorbia myrsinites*, etc.

Au coll de Massanellas, par 1 100^m d'altitude, j'ai rencontré l'*Erinus Alpinus*, dont la présence m'a d'abord surpris ; mais, à quelques pas de cette plante, la petite source du coll de Massanellas, placée dans de bonnes conditions pour indiquer la température moyenne de ce lieu, donne 9°.

Nous avons aussi rencontré l'*Ilex Balearica*, mais seulement deux pieds isolés, dans de profondes crevasses, l'un au milieu des rochers dangereux de Torellas et l'autre à puig Massanellas, par 1 000 et 1 300^m d'altitude. Nous avons aussi

rencontré, à la même hauteur, quelques pieds rabougris de *Taxus baccata*, à Massanellas et au Tetx. Le nom de cette dernière montagne est celui de l'If, en majorcain.

Enfin, après avoir signalé le *Silene villosa*, l'*Helianthemum Serræ*, l'*H. caput felis*, l'*H. halimifolium*, etc., qui croissent abondamment sur quelques points au bord de la mer, je terminerai ce trop rapide aperçu par quelques mots sur une plante curieuse que j'ai eu le bonheur de retrouver. C'est le *Teucrium subspinosum* de Pourret, signalé, d'après cet auteur, par Willdenow, dans son *Enumeratio plantarum*, t. II, p. 596, comme habitant les Baléares. Bentam, dans son *Genera labiatum et species*, p. 683 et 684, cite cette plante d'après les mêmes auteurs, mais sans l'avoir vue. Plus tard, dans le prodrome de D. C., il en fait simplement un synonyme du *T. marum*.—Bentam, n'ayant pu la voir, l'aura considérée comme une espèce faite aux dépens de ce dernier.—Cambessèdes n'en parle pas ; elle existe cependant bien dans la belle localité de la Couma de Arbona, par 900^m d'altitude, et les épines acérées de sa tige le disent assez lorsqu'on la cueille.

Séance du 1^{er} Avril 1865.

PRÉSIDENTENCE DE M. DE LA GOURNERIE.

M. Alix achève sa communication sur le développement des plumes et le phénomène de la double mue chez les Oiseaux.

M. Cornu présente une première note sur l'emploi des appareils d'interférence pour la mesure des différences de marche entre deux rayons, et une seconde note sur l'image d'une droite dans un miroir sphérique.

M. Foucault présente sur cette dernière partie quelques observations.

M. Bert donne quelques détails touchant l'action de l'acide phénique sur le curare et la strychnine.

M. Mannheim présente et développe de la part de M. Moutard une note sur la surface de Steiner.

La Société se forme en comité secret pour entendre le rapport de M. Bureau au nom de la troisième section sur les candidats présentés en remplacement de M. Germain de Saint-Pierre. La liste de présentation est ainsi formée :

En première ligne : M. Paul Marès ;

En seconde ligne, par lettre alphabétique : MM. Lavallée ;

Rose.

Sur l'emploi des appareils d'interférence pour la mesure des différences de marche entre deux rayons, par M. A. Cornu.

Depuis Arago, divers physiciens ont fait usage, pour la mesure des indices des gaz ou des vapeurs, de deux tubes contenant respectivement les gaz ou les vapeurs plus ou moins raréfiés. C'est par l'interférence des deux faisceaux lumineux ayant traversé ces deux tubes qu'on mesure la différence d'indice des deux milieux.

Parmi les appareils producteurs de franges, l'un des plus commodes est le réfracteur interférentiel de M. Jamin. Il fournit deux faisceaux très-larges, aussi espacés que le permet l'épaisseur des glaces qui le composent, et les franges qu'on obtient sont extrêmement faciles à régler ; il a, en outre, l'avantage de n'exiger qu'une source de lumière très-faible, telle qu'une lampe ou même la flamme de l'alcool salé.

Mais cet appareil est tellement sensible, que les moindres flexions des supports déplacent les franges, ce qui a empêché de l'employer à mesurer de petites différences de marche.

L'artifice suivant en fait un instrument pour ainsi dire parfait.

Au lieu de diriger dans chaque tube l'un des faisceaux lumineux, on fait passer un faisceau et la moitié du second dans un des tubes, et la seconde moitié dans l'autre. Le champ de vision se trouve séparé en deux par la cloison des tubes ; d'un côté les franges sont fixes, de l'autre elles sont mobiles, avec la différence d'indice des milieux. Si quelque perturbation déplace les franges, on en est averti ; d'ailleurs, cette perturbation n'a aucune influence, car c'est de la position relative des deux parties du champ qu'on juge de la différence de marche.

Pour rendre cette comparaison plus facile, on rapproche les deux moitiés du champ, qui se trouvent séparés par l'épaisseur de la cloison, à l'aide d'un bilame formé de deux glaces épaisses ; leur bord est taillé en biseau et permet de les réunir sous un angle convenable. Ce bilame a été employé déjà par M. Fizeau dans un but un peu différent.

Ainsi disposé, cet appareil d'interférence est d'une sensibilité indéfinie. Il est évident, d'ailleurs, que la méthode précédente est générale et qu'elle s'applique à tous les modes de production des franges.

Sur l'image d'une droite dans un miroir sphérique,
par M. A. Cornu.

On obtient une très-belle apparence en disposant auprès d'un miroir légèrement concave, placé horizontalement, une feuille blanche sur laquelle on a tracé une série de lignes verticales équidistantes. En considérant sous une incidence oblique l'image de ces lignes verticales, on aperçoit un système de courbes représentant assez bien une série d'hyperboles équilatères ayant mêmes asymptotes.

On peut se proposer de construire, dans le cas général, la courbe sphérique qui sert de base au cône perspectif de l'image d'une droite ; on en obtiendra autant de points qu'on voudra à l'aide de la construction suivante.

Joignons l'œil M au centre C de la sphère réfléchissante. Menons un rayon incident ; le rayon réfléchi correspondant coupera la droite MC en un point N ; tous les rayons incidents également inclinés sur MC auront pour rayons réfléchis des droites passant également par le point N . Le lieu des points d'incidence de tous ces rayons est un cercle. Sur ce cercle se trouvent deux points du lieu qui s'obtiendront en menant par le point N un plan passant par la droite dont on cherche l'image.

Nous nous contenterons d'indiquer le cas simple où la droite est perpendiculaire à la direction de MC . Si l'on projette la ligne sphérique sur le plan de symétrie de la figure, on trouve une conique.

Cette conique varie lorsque la droite se déplace ; elle passe par deux points fixes qui sont les *points de fuite* de la direction commune de ces droites ; elle a aussi une asymptote fixe perpendiculaire à la direction de MC .

Cette propriété explique l'apparence énoncée ci-dessus ; en

réalité, les cônes perspectifs ne sont pas du second degré, et leurs bases, dans le cas même où on les considérerait comme des coniques, n'ont qu'une asymptote commune. L'illusion, pour la seconde, provient de ce que le point de fuite n'est pas visible, attendu que les lignes tracées sur le papier n'ont pas une longueur infinie.

Sur la surface de Steiner, par M. Moutard.

A l'occasion d'un travail sur les surfaces du 4^e ordre, présenté par M. Kummer à l'Académie de Berlin (séance du 16 juillet 1863), ce géomètre, et, après lui, M. Weierstrass, ont appelé l'attention sur une surface remarquable, découverte par Steiner, et dont la propriété caractéristique consiste en ce que chacun de ses plans tangents la coupe suivant deux coniques. Depuis lors, cette surface a fait l'objet des recherches de M. Schroeter (Comptes rendus de l'Académie de Berlin, 26 novembre 1863) et de M. Cremona (*Journal de Crelle*, t. LXIII, 4^e partie, année 1864). J'indiquerai ici deux propriétés de cette surface, que je crois nouvelles, et qui permettent de retrouver aisément plusieurs des propriétés connues.

I. *Toute surface de Steiner est le lieu d'un point dont les racines carrées des distances aux quatre faces d'un tétraèdre satisfont à une relation homogène du 4^{er} degré.*

II. *Toute surface de Steiner est l'enveloppe d'un plan dont les inverses des distances aux quatre sommets d'un tétraèdre satisfont à une relation homogène du 4^{er} degré.*

On conclut de là que la polaire réciproque d'une surface de Steiner est le lieu d'un point dont les inverses des distances aux quatre faces d'un tétraèdre satisfont à une relation homogène du 1^{er} degré, et l'enveloppe d'un plan dont les racines carrées des distances aux quatre sommets du même tétraèdre satisfont à la même relation.

L'étude directe de la surface qui constitue ce dernier lieu géométrique, et qui se rencontre d'ailleurs à l'occasion de problèmes assez nombreux, n'offre que peu de difficultés. C'est une surface du 3^e ordre qui contient les six arêtes

du tétraèdre, le plan tangent restant le même le long de chacune de ces droites, et qui contient en outre trois autres droites situées dans un même plan.

Cette surface intervient utilement dans l'étude du lieu des points dont les distances à quatre points fixes sont liées par une relation homogène du 1^{er} degré. Il est facile de voir que toutes les fois qu'une surface constitue *le lieu complet* des points dont les distances à plusieurs points fixes, situés sur une même sphère, sont liées entre elles par une relation homogène d'un degré quelconque, cette surface est *anallagmatique*, c'est-à-dire qu'elle forme le lieu des intersections successives d'un système de sphères orthogonales à la sphère fixe; et il résulte d'une remarque importante due à M. Laguerre, que la surface directrice, lieu des centres de toutes les sphères variables, est précisément l'enveloppe d'un plan dont les racines carrées des distances aux points fixes satisfont à la même relation.

Séance du 8 Avril 1865.

PRÉSIDENCE DE M. DE LA GOURNERIE.

M. Léon Vaillant expose quelques considérations sur la manière dont agit le ligament des Mollusques acéphalés conchyfères pour produire des valves.

M. Dareste expose la suite de ses recherches sur la production artificielle des monstruosité.

La Société se forme en comité secret pour entendre le rapport présenté au nom de la première section par M. Mannheim pour l'élection d'un membre en remplacement de M. Froment. Les candidats présentés sont :

En première ligne : M. Moutard;

En seconde ligne : M. Laguerre.

Séance du 22 Avril 1865.

PRÉSIDENCE DE M. DE LA GOURNERIE.

M. Mannheim communique de la part de M. Grouard des études sur les figures semblables.

M. Alix présente quelques pièces relatives aux différences qui existent entre les Singes anthropoïdes et l'Homme.

M. Paul Marès est élu membre titulaire.

M. Vulpian fait connaître des expériences relatives à l'action du curare sur les nerfs de l'iris et sur les nerfs du cœur; et des recherches sur les mouvements qui se passent à l'état normal dans les veines jugulaires des Mammifères.

Étude sur les figures semblables, par M. Grouard.

I.

1. Je me propose dans cette note d'exposer les résultats de quelques recherches que j'ai faites sur la similitude des courbes planes. Je n'indiquerai actuellement que la suite des idées principales que renferme mon travail, en réservant pour une autre époque les démonstrations et les développements accessoires. Mais avant d'exposer ce qui fait l'objet propre de cette étude, je crois utile de faire quelques remarques générales sur les figures semblables ou homothétiques.

II.

2. On sait que deux figures sont appelées homothétiques lorsqu'à chaque point de l'une correspond un point de l'autre, de telle sorte que les droites joignant deux points correspondants concourent en un même point o , et que de plus, les droites qui passent par deux points de la première figure soient parallèles respectivement aux droites qui passent par les points correspondants de la seconde.

Le point o est appelé centre d'homothétie.

Étant données deux figures homothétiques, si on les déplace séparément d'une manière quelconque, on aura toujours après le déplacement ce que l'on appelle deux figures semblables.

Les points qui se correspondent sont appelés points homologues, les droites passant par des points homologues droites homologues; enfin, on sait qu'il existe un rapport constant entre la distance de deux points de la première figure et celle

des points homologues de la seconde; le rapport est appelé rapport de similitude. Lorsque les figures sont homothétiques, ce rapport est celui des distances du centre d'homothétie à deux points homologues.

3. On pourrait définir les figures semblables indépendamment des figures homothétiques, et dire au contraire que celles ci sont des figures semblables et semblablement placées.

J'ai préféré suivre une autre marche, parce qu'elle conduit naturellement à établir une distinction fondamentale entre les courbes *planes* semblables. On peut comprendre dans une première catégorie les courbes que l'on peut rendre homothétiques en les déplaçant dans leur plan, et dans une seconde celles que l'on ne peut rendre homothétiques qu'en les faisant sortir de leur plan. Ce qui va suivre se rapporte exclusivement aux courbes semblables de la première espèce; il n'est pas nécessaire de leur donner une dénomination spéciale; il suffira de se rappeler que les propriétés qui seront énoncées ne sont pas en général vraies pour des courbes semblables quelconques.

III.

4. Cela posé, soient S et S' deux courbes planes semblables pouvant provenir du déplacement, dans un plan, de deux courbes homothétiques; on peut amener les deux courbes S et S' à être homothétiques, en faisant tourner l'une d'elles autour d'un point quelconque du plan. Mais il existe un point qui jouit d'une propriété remarquable caractéristique, c'est que, si on le choisit pour centre de rotation, il sera, après le mouvement, le centre d'homothétie. Cette propriété, qu'on peut encore exprimer en disant que ce point est un point homologue commun des deux figures S et S' , est, comme on voit, une extension d'une autre bien connue de deux figures planes égales; mais elle n'est elle-même qu'un cas particulier d'une proposition qu'on trouve énoncée dans l'*Aperçu historique* de M. Chasles (p. 549). Cette proposition concerne deux figures qui ont été primitivement la perspective l'une de l'autre, et qui sont actuellement situées d'une manière quelconque dans un même plan. Elle consiste en ce que deux figures de

cette sorte ont toujours trois points homologues communs. Dans le cas de la similitude, qui est un cas particulier de la perspective, deux de ces points sont toujours imaginaires; le troisième, qui est le point dont je viens de rappeler l'existence, est, au contraire, toujours réel.

Ce point, qu'il y a lieu de considérer dans deux figures semblables quelconques de l'espèce de celles que j'étudie, me paraît pouvoir être désigné convenablement sous le nom de *centre de similitude*, en employant exclusivement le nom de *centre d'homothétie*, lorsque les figures sont homothétiques.

La considération du centre de similitude m'a conduit à des résultats de deux natures différentes. Les uns sont relatifs au mouvement d'une figure qui se déplace dans un plan en changeant de grandeur, mais en restant toujours semblable à elle-même. C'est cette partie seule de mon travail que j'ai l'intention de faire connaître aujourd'hui. Quant à la seconde partie, je me propose de la développer prochainement dans une autre note.

5. Avant d'exposer ce qui se rapporte à la première partie, je vais énoncer quelques propriétés du centre de similitude résultant immédiatement de sa définition.

1^o Le rapport des distances du centre de similitude à deux points homologues est constant et égal au rapport de similitude. Il résulte de là que si deux courbes semblables se déplacent dans leur plan, en tournant respectivement autour de deux points homologues supposés fixes, le lieu du centre de similitude est le lieu des points tels que le rapport de leur distance à ces deux points fixes est constant et égal au rapport de similitude. Ce lieu est donc un cercle dont le centre est situé sur la droite qui joint ces deux points.

2^o Deux rayons vecteurs allant du centre de similitude à deux points homologues font un angle constant, qui est celui de deux droites homologues quelconques. Cette propriété et la précédente font voir que si les deux figures tournent simultanément dans le même sens et d'angles égaux autour de deux points homologues, le centre de similitude reste en un point fixe.

3^o Le rapport des distances du centre de similitude à deux droites homologues est constant et égal au rapport de similitude. Il résulte de là que si les deux figures se déplacent

de façon que deux segments de droites homologues glissent sur deux droites fixes, le centre de similitude reste toujours sur une droite fixe, passant par l'intersection des deux premières.

4^o Le centre de similitude de deux courbes semblables est un point d'où ces courbes sont vues sous un même angle.

IV.

6. Considérons maintenant une figure qui se déplace dans un plan en changeant de grandeur, mais en restant toujours semblable à elle-même. Deux positions infiniment voisines ont un centre de similitude. D'après la définition de ce point, on voit qu'on peut se faire une idée exacte du mouvement de la figure, en concevant qu'à chaque instant elle tourne d'un angle infiniment petit autour d'un certain point du plan, et qu'en même temps elle change de grandeur en restant homothétique à elle-même, le centre de rotation étant le centre d'homothétie. Je désignerai le point qui à un instant déterminé est le centre de rotation, et qui est la position limite du centre de similitude de deux positions infiniment voisines de la figure mobile, sous le nom de *centre instantané de similitude*.

Ainsi, à chaque position de la figure correspond un centre instantané de similitude qui, ainsi qu'on va le voir, jouit de propriétés intéressantes.

Théorème I. Les chemins infiniment petits parcourus à chaque instant par les divers points de la figure mobile sont proportionnels à la distance de ces points au centre instantané de similitude.

Théorème II. Les droites allant du centre instantané de similitude à tous les points de la figure correspondante font respectivement des angles égaux avec les tangentes aux courbes décrites par ces points.

Remarque. Ces droites forment un système d'obliques également inclinées; je les désignerai sous le nom d'*obliques concourrantes*, et j'emploierai la dénomination d'*inclinaison des obliques concourrantes* pour désigner l'angle qu'elles font respectivement avec les tangentes.

Théorème III. La ligne qui joint le centre instantané de

similitude au point où une droite faisant partie de la figure mobile touche son enveloppe fait avec celle-ci un angle égal à l'inclinaison des obliques concourrantes. Plus généralement on peut dire que lorsqu'une courbe quelconque fait partie de la figure mobile, les droites qui joignent le centre instantané de similitude aux points où cette courbe touche son enveloppe, font avec celle-ci des angles égaux à l'inclinaison des obliques concourrantes.

Théorème IV. La tangente trigonométrique de l'angle des obliques concourrantes avec les normales, est proportionnelle au changement de grandeur de la figure mobile.

Remarque. Il est évident que l'angle dont il s'agit est le complément de l'inclinaison des obliques concourrantes.

Théorème V. L'enveloppe d'un système quelconque d'obliques également inclinées est une courbe dont la polaire par rapport au centre instantané de similitude est semblable à la courbe mobile.

Théorème VI. Toutes les courbes enveloppes des divers systèmes d'obliques également inclinées ont un centre de similitude commun qui est le centre *instantané* de similitude.

Théorème VII. Lorsque la figure mobile passe par des points fixes, l'enveloppe des tangentes passe à chaque instant par ces points fixes. La figure mobile et l'enveloppe dont il s'agit se touchent en ces points.

Remarque. Cette proposition peut se généraliser, en supposant que la figure mobile enveloppe une certaine courbe, au lieu de passer par des points fixes.

V.

7. Il résulte des propositions qui viennent d'être énoncées que si l'on peut déterminer à chaque instant le centre instantané de similitude et l'inclinaison des obliques concourrantes, on pourra mener la tangente à la courbe décrite par un point quelconque de la figure mobile. Or, il est facile de voir que l'on peut toujours déterminer ces deux éléments de la solution, lorsque l'on connaît les tangentes aux courbes décrites par trois points de la figure. On est alors amené à résoudre le problème suivant : « Trouver un point tel, que les lignes allant de ce point à trois points donnés sur trois

droites données fassent respectivement un même angle avec celles-ci, » problème dont la solution n'offre aucune difficulté.

8. Ce qui vient d'être dit constitue donc une méthode particulière pour mener des tangentes à certains lieux géométriques, et aussi pour résoudre le problème inverse. Cette méthode peut être considérée comme une extension de celle qui est connue sous le nom de méthode du centre instantané de rotation ; on peut prévoir immédiatement qu'elle s'appliquera avantageusement aux cas où l'on aura des segments de droite se mouvant d'après certaines conditions ; car deux segments de droites peuvent toujours être regardés comme semblables. M. Mannheim, en prenant un point de départ tout différent, est arrivé à des résultats à peu près analogues, qu'il a même appliqués à la détermination du centre de courbure de certaines courbes, en considérant ce dernier point comme le point de contact des normales avec leur enveloppe. (*Annales de Mathém.*, 1857.) Aussi je n'insisterai pas sur le détail de la solution que je viens d'indiquer.

Je vais seulement énoncer un théorème qui dans beaucoup de cas permet de simplifier la construction à laquelle on est conduit par ce qui précède.

9. Ce théorème est celui-ci :

Si l'on a plusieurs cercles ayant deux points communs, que par l'un de ces points on mène une droite quelconque qui rencontre chaque cercle en un second point, les segments interceptés sur la droite *entre* ces *seconds* points sont dans un rapport constant, quelle que soit la direction de la sécante. A l'aide de cette proposition, on peut, dans l'application de la méthode qui précède, remplacer souvent des constructions de cercle par des quatrièmes proportionnelles.

10. Je citerai l'exemple suivant :

Une droite se meut, en rencontrant trois courbes données en trois points M, N, P, de telle façon que le rapport $\frac{MN}{MP}$ soit constant. Il s'agit de déterminer la tangente à la courbe décrite par un point X de la droite mobile, dont les distances aux trois premiers restent dans un rapport constant.

Pour cela, si A et B sont les points de rencontre de la tangente en M avec les tangentes en N et P, on prendra sur

la droite AB un point Y tel que $\frac{YA}{YB} = \frac{XN}{PX}$, et la droite YX sera la tangente cherchée.

Remarque. Si l'on considère tous les points de la droite M, N, P, tels que X, les tangentes correspondantes analogues à XY peuvent être regardées comme les positions successives d'une droite décrivant sur deux droites données des segments proportionnels à partir d'une position initiale. On conclut de là que ces tangentes ont pour enveloppe une parabole. De plus, cette parabole touche la droite mobile au point où celle-ci touche son enveloppe, et elle a pour foyer le centre instantané de similitude. D'ailleurs ceci résulte immédiatement des théorèmes V et VII énoncées plus haut.

11. Si, au lieu d'une droite, on suppose un cercle mobile, et un polygone inscrit dans ce cercle restant toujours semblable à lui-même, lorsque le cercle se déplace en changeant de grandeur d'une manière quelconque, on peut voir de même que les tangentes aux courbes décrites par tous les sommets du polygone touchent toutes une même conique à centre, doublement tangente au cercle mobile, et dont un foyer est le centre instantané de similitude au moment considéré.

VI.

12. Ce qui vient d'être dit permet de déterminer le centre instantané de similitude, lorsque l'on connaît les tangentes aux courbes décrites par trois points de la figure mobile; je terminerai en indiquant comment on peut quelquefois déduire la position de ce point d'autres conditions de mouvement de la figure.

Considérons, en effet, deux positions infiniment voisines de cette figure. Soient M, M' deux point homologues. D'après ce qui a été dit plus haut (§), le centre de similitude se trouve sur le cercle ayant son centre sur la droite MM' et divisant le segment MM' dans le rapport de deux lignes homologues. Ceci est vrai, quels que soient les points M, M'. Il y a donc une infinité de cercles analogues à celui dont on vient de parler. Si l'on peut déterminer la position limite de deux de ces cercles, le centre instantané de similitude sera connu. Il suffira de connaître la tangente à la courbe

décrite par un seul point, pour déterminer ensuite l'inclinaison des obliques concourrantes.

13. Prenons pour exemple une droite qui tourne autour d'un point fixe O, et qui rencontre en B une droite fixe; on prend sur OB, à partir du point B, une longueur $BM=BA$, A étant un point fixe situé sur la droite fixe. Le lieu du point M est ce que l'on appelle une strophoïde. En considérant le segment BM comme restant toujours semblable à lui-même, on voit que, si l'on décrit le cercle passant par le point O et tangent en B à la droite fixe, d'après le théorème II, ce cercle contiendra le centre instantané de similitude. Mais on peut achever de déterminer ce point au moyen de la remarque qui vient d'être faite (12). On peut voir, en effet, que le cercle décrit sur AB comme diamètre est un des cercles limites dont il est question, et que par suite ce cercle contient le centre instantané de similitude, qui se trouvera ainsi complètement connu. On peut voir de plus que, au moyen du théorème général énoncé plus haut (9), ce cercle est le seul nécessaire pour la construction de la tangente en M; il rencontre la droite OB en un second point D, et il suffit, après l'avoir décrit, de prendre sur AB un point E tel $\frac{EA}{EB} = \frac{MO}{MD}$. La droite EM sera la tangente cherchée.

Recherches sur les mouvements qui se passent à l'état normal dans les veines jugulaires chez les Mammifères, par M. Vulpian.

En faisant diverses études physiologiques sur des animaux empoisonnés par le curare et soumis à la respiration artificielle, j'avais cru remarquer, en 1858 (1), que les veines principales, même à une certaine distance du cœur, offrent un reflux coïncidant avec chaque battement du cœur, et je disais que ce reflux est si marqué que la veine cave abdominale est agitée de pulsations isochrones à celles de l'aorte.

(1) *Comptes rendus de la Société de biologie*, 1858, p. 35.

J'ai souvent depuis lors examiné les mouvements dont les veines principales sont agitées, et j'y attachais d'autant plus d'attention que j'espérais arriver de cette manière à mieux comprendre le mécanisme et les conditions de ce qu'on a appelé le pouls veineux chez l'Homme.

Cette étude, au premier abord très-facile, est en réalité très-ardue, et je ne suis parvenu qu'avec peine à quelques notions bien nettes sur les phénomènes qui se passent dans les veines principales pendant que la circulation cardiaque se fait d'une façon régulière. Je donne ici le résumé succinct des observations que j'ai faites.

Je laisse de côté les mouvements que présentent les veines pulmonaires et les veines caves dans leurs régions les plus rapprochées du cœur. Ces veines, dans ces régions, sont animées de contractions spontanées véritables, analogues à celles des oreillettes, précédant immédiatement le mouvement de ces parties du cœur. Ces mouvements systoliques sont connus de tous les physiologistes : ils ont été bien décrits par Alison (1). Je me borne pour le moment à signaler ce qui se passe dans les veines jugulaires chez un Mammifère, chez le Chien par exemple.

Il y a un mouvement d'aspiration qui coïncide avec l'inspiration, lequel désemplit plus ou moins complètement la veine, et un mouvement de diastole qui coïncide avec l'expiration, lequel est produit surtout par l'obstacle momentané que l'expiration oppose à l'entrée du sang dans les veines intrathoraciques : le sang arrivant dans la veine jugulaire par les veines afférentes y est retenu, s'y accumule et la gonfle plus ou moins. Peut-être y a-t-il en même temps un léger reflux des veines intrathoraciques vers les veines extrathoraciques, mais en tout cas ce n'est là qu'une cause accessoire du gonflement de la veine pendant l'expiration. Ce pouls veineux *respiratoire*, qui est bien connu aussi, constitue une des difficultés les plus grandes de l'étude des mouvements veineux qui coïncident avec les mouvements du cœur. On peut éliminer cette difficulté en empoisonnant avec du curare l'animal sur lequel on veut observer les pulsations veineuses dans leurs relations avec les révolutions car-

(1) *Cours de physiologie* de P. Bérard, 30^e livraison, p. 76 et 77.

diaques, et en le soumettant à la respiration artificielle. Si l'on se place dans ces conditions (1), on peut constater les phénomènes suivants :

Les veines jugulaires offrent un mouvement très-manifeste lors de chaque révolution du cœur. Si l'on met à découvert l'artère carotide au niveau du point de la veine jugulaire qu'on observe, on voit qu'il y a un isochronisme presque complet entre le mouvement de la veine et celui de l'artère. J'avais cru d'abord que le mouvement principal de la veine était un mouvement de diastole comme le mouvement principal de l'artère ; mais j'ai constaté depuis de la façon la plus nette que le mouvement de la veine est un brusque mouvement de déplétion. Ainsi, à peu près au moment où l'artère carotide se dilate, la veine s'affaisse, se vide partiellement, et je répète que ce mouvement d'évacuation du sang veineux est brusque, aussi brusque que la diastole artérielle.

Immédiatement après ce mouvement soudain d'affaissement des parois veineuses, la veine se remplit de nouveau, et elle se remplit évidemment par l'afflux du sang qui vient de toutes les veines afférentes. Cette diastole veineuse est relativement lente, progressive.

Ces deux mouvements, l'un brusque, de déplétion, l'autre progressif, de réplétion, sont des mouvements tout à fait normaux, et qui doivent avoir lieu chez l'Homme lui-même.

Lorsqu'on se rapproche du cœur, et qu'on observe l'origine d'un tronc brachio-céphalique veineux, par exemple, on voit que l'affaissement de la veine se fait en deux temps très-rapprochés l'un de l'autre et très-rapides ; il y a même quelquefois un troisième et très-léger mouvement d'affaissement qui donne l'idée d'une sorte de rebondissement.

Il n'y a pas, dans l'état normal, de reflux véritable vers les veines du cou, du moins ce reflux n'est pas appréciable à ce niveau. Lorsqu'on comprime la veine dans un point de sa

(1) Dans ces conditions, on peut étudier aussi très-facilement le choc du cœur contre la paroi thoracique. Entre autres faits, on constate chez le Chien que chaque battement perçu à la pointe est double. Il y a une pulsation plus forte qui répond à la systole ventriculaire, et une pulsation plus faible qui répond au retour du sang sur les valvules artérielles.

hauteur, même très-près de la base du cou, on ne voit pas que la partie de la veine située au-dessous du point comprimé se gonfle par reflux au moment des contractions du cœur.

Pour bien saisir à quel moment a lieu l'affaissement brusque de la veine jugulaire, il faut bien constater qu'il n'y a pas isochronisme absolument parfait entre la diastole de l'artère carotide et ce mouvement d'affaissement. Ce mouvement m'a paru avoir lieu un instant extrêmement court après la diastole artérielle.

Il semble donc que l'affaissement de la veine ne se produit qu'un instant à peine appréciable après la systole ventriculaire, et il est vraisemblable qu'il coïncide avec la diastole auriculaire.

L'affaissement en deux temps, qui se fait dans les régions plus rapprochées de la base de la poitrine, coïncide probablement, pour le premier mouvement, avec la diastole qui se produit d'abord dans la partie des veines caves douée de mouvements rythmiques, et pour le second mouvement avec la diastole auriculaire.

Il est possible que, dans certains cas où l'on observe le *pouls veineux* chez l'Homme, les mouvements ainsi désignés ne soient pas dus uniquement à un reflux du sang veineux des cavités droites du cœur vers les veines jugulaires. On conçoit que, le cours du sang étant gêné dans les poumons, et le ventricule ne pouvant pas se débarrasser complètement à chaque systole du sang qu'il contient, les oreillettes et les veines ne se vident que très-incomplètement. Les veines peuvent rester en partie remplies de sang, et les oscillations du sang dues au mécanisme que nous venons d'indiquer pour les phénomènes de l'état normal, seront exagérées et pourront alors être directement observées en se communiquant à la peau soulevée par les veines. Que des reflux provenant des systoles de l'oreillette et du ventricule du côté droit viennent se joindre à ces mouvements (1), et l'on aura

(1) Le *pouls veineux* se complique encore des effets dus aux mouvements respiratoires; mais je ne parle ici encore que des mouvements coïncidant avec les mouvements du cœur.

ces ondulations si complexes qu'offre quelquefois le poulx veineux.

Expériences relatives à l'action du curare sur les nerfs de l'iris et sur les nerfs du cœur, par M. Vulpian.

Les expériences dont j'ai communiqué les résultats dans une des séances précédentes confirmaient ce que j'avais montré il y a plusieurs années, à savoir : l'immunité relative des nerfs du système nerveux sympathique et de plusieurs autres nerfs chez les animaux soumis à l'action toxique du curare. Je désire, dans cette note, ajouter quelques nouveaux détails à ceux que j'ai déjà donnés, pour prouver d'une façon plus complète encore que le curare n'exerce pas une action identique sur tous les nerfs, à la même dose, et qu'il laisse subsister à des degrés divers les fonctions de diverses parties motrices du système nerveux.

I. J'ai indiqué dans ma précédente note la persistance des mouvements réflexes des iris chez les animaux empoisonnés par le curare. Chez les Mammifères, les Oiseaux et les Batraciens, lorsque l'empoisonnement est complet, et même lorsque la dose de poison introduit sous la peau est considérable, la lumière produit son effet ordinaire sur l'état de la pupille. Celle-ci se resserre lorsque l'œil est exposé à la lumière ; elle se dilate lorsque la rétine est soustraite à cette influence. Chez les Pigeons que j'ai mis en expérience, il m'a été facile de constater que l'impression de la lumière sur un seul œil produit un effet sur les deux yeux, par action associée dans le centre nerveux. De même l'effet de l'obscurité, alors qu'un seul œil est soustrait à l'influence de la lumière, se fait sentir sur l'œil du côté opposé, dont la pupille se dilate. Or, ces phénomènes sont tout aussi manifestes chez les Mammifères, chez les Chiens, par exemple, qui sont, comme les Pigeons, soumis à la respiration artificielle après avoir été empoisonnés par le curare. Nous voyons donc ici cette partie des mouvements des iris conserver, en même temps que son impressionnabilité, sa réactivité réflexe.

Chez les Chiens, comme chez les Pigeons, on peut obser-

ver pendant plus de vingt minutes après la cessation de tout mouvement respiratoire, des mouvements spontanés des iris, sans excitation extérieure appréciable, et quelquefois sous l'influence de l'approche de corps menaçants, de telle sorte qu'il ne paraît pas impossible que la vue ne soit conservée pendant longtemps chez les animaux ainsi empoisonnés. J'ai vu chez un Chien empoisonné des mouvements spontanés des iris, deux heures après le début de la respiration artificielle.

Les effets des excitations douloureuses des membres sur l'état des pupilles ne sont pas constamment les mêmes. Ainsi, tantôt il y a, chaque fois qu'on pince un doigt, une dilatation très-marquée des pupilles; tantôt, comme je l'ai observé surtout chez des Pigeons, il y a, par suite de la même excitation, constriction considérable des pupilles. L'action réflexe a lieu, dans le premier cas, par l'intermédiaire du grand sympathique; dans le second, par celui du nerf moteur oculaire commun.

Ce dernier nerf, au moins dans l'une de ses branches, celle qui est destinée au ganglion ophthalmique, conserve donc sa fonction, et cette paralysie partielle n'est pas un des phénomènes les moins intéressants de l'action du curare.

II. Les nerfs qui se rendent au cœur échappent à l'action du curare ou du moins n'en sont que peu affectés. Les nerfs pneumogastriques, comme je l'ai déjà montré, ne sont pas paralysés deux et trois heures même après l'empoisonnement par le curare, chez les Mammifères. Non-seulement on le constate en les galvanisant alors, et en voyant les mouvements du cœur s'arrêter sous cette influence comme chez un animal à l'état sain; mais on s'en assure par une contre-épreuve qui consiste à les couper tous les deux. On voit aussitôt les mouvements du cœur présenter l'accélération considérable et l'énergie plus grande qui sont les suites ordinaires de cette opération; il y a en même temps force plus grande des chocs du cœur contre la paroi thoracique, comme chez un animal non empoisonné.

L'influence réflexe des excitations des parties sensibles du corps sur les mouvements du cœur s'observe aussi très-bien chez certains animaux empoisonnés par le curare et soumis

à la respiration artificielle. Si l'on pince la peau dans un point quelconque du corps, si l'on presse fortement un doigt, les mouvements du cœur s'accélèrent. Chez les Pigeons, cet effet est des plus nets. Il y a en même temps accélération et force plus grande des battements. Chez les Chiens, tantôt on observe le même résultat, et tantôt il paraît n'y avoir aucun effet. Il me semble que dans le premier cas on peut se représenter les fonctions des nerfs vagues comme un peu affaiblies, et la réaction réflexe se faisant par les nerfs sympathiques du cœur ; dans l'autre cas, il se fait peut-être une excitation égale par les deux sortes de nerfs, pneumogastriques et sympathiques, et le résultat de chaque excitation contrebalance et annule l'autre.

J'ai cherché enfin si des doses très-considérables de curare ne peuvent pas paralyser complètement les nerfs du cœur. M. de Bezold a montré déjà que des doses très-fortes de curare arrêtent le cœur des Grenouilles au bout de peu d'heures. Je n'ai obtenu que des résultats peu concordants chez les Mammifères. Chez les Grenouilles mêmes, le résultat n'est pas constant ; et, à dose exagérée, il n'est pas certain que le curare n'agisse pas quelque peu sur l'irritabilité musculaire elle-même.

Séance du 29 Avril 1865.

PRÉSIDENCE DE M. LABOULAYE.

M. P. Marès, récemment élu membre titulaire, adresse à la Société ses remerciements.

M. Fischer expose ses études sur les faunes de la mer Méditerranée et de la mer Rouge, et conclut de l'examen des différents travaux publiés sur cette question qu'on ne peut admettre qu'il y ait d'espèce commune aux deux mers.

MM. Laurent et Vaillant présentent quelques observations à ce sujet.

M. Guillemain répond à des objections faites par M. Gounelle à ses expériences sur la transmission de l'électricité.

M. Vulpian, en son nom et au nom de M. Philipeaux, résume des recherches faites pour arriver à déterminer la signification anatomique des bandelettes contenues dans les lobes optiques des Poissons osseux, et auxquels plusieurs anatomistes ont donné le nom de voûte à trois piliers.

Remarques à l'occasion d'objections de M. Gounelle,
par M. Guillemin.

Au mois de juillet 1863, M. Gounelle, inspecteur des lignes télégraphiques, fit paraître un mémoire intitulé : *Observations sur les expériences de M. Guillemin*. L'auteur de ce mémoire est mort depuis cette époque; cet événement a nécessairement retardé ma réponse, qui a paru dans le numéro de septembre-octobre 1864 des *Annales télégraphiques*, recueil dans lequel M. Gounelle avait fait lui-même insérer son mémoire. Je demande à la Société la permission de lui exposer brièvement les points les plus essentiels de la discussion.

D'après M. Gounelle, mes expériences ne sont pas nouvelles; elles ont été publiées en 1860, et déjà dès l'année 1854 on avait constaté, en Angleterre, sur de longs câbles sous-marins, l'état variable du courant et plusieurs phénomènes qui s'y rattachent.

Je réponds à cela qu'il n'y a pas de question de priorité à établir en faveur de ces expériences, attendu que dans des câbles sous-marins de plusieurs milliers de kilomètres de longueur, comme ceux qu'on a employés, le courant se propage avec une telle lenteur, à cause de l'induction latérale, qu'on peut suivre ses variations à l'aide des appareils usuels. Dans les fils aériens, au contraire, la propagation est si rapide que, pour l'étudier, il a fallu imaginer une méthode spéciale, et c'est précisément pour cette méthode expérimentale que je réclame la priorité. L'appareil que j'ai proposé, et que j'ai nommé *périodomètre*, permet d'étudier en détail les variations d'un courant, lors même que leur durée n'excède pas 1 ou 2 centièmes de seconde, chose qu'il était impossible de faire, avant mes recherches, par aucun des procédés connus. Contrairement à l'idée émise par M. Gounelle, le télégraphe électro-chimique de Bain ne peut donner que des indications très-vagues quand il s'agit de la propagation du courant dans des fils aériens.

Le périodomètre aurait, me dit-on, deux défauts qui ôtent toute valeur à ses indications : d'abord, il établit une perturbation dans les phénomènes qu'on veut étudier; en second

lieu, le défaut de proportionnalité des intensités du courant aux déviations au-delà de 20° , dans le galvanomètre, conduisent à des difficultés qu'il est impossible de résoudre.

Sur la première question, il m'a suffi de montrer que le courant permanent, dans ma disposition expérimentale, n'est modifié que dans la 300^e partie de sa valeur, et qu'en admettant même que cette perturbation fût trois fois plus grande pour l'état variable que pour le courant stable, elle serait encore confondue dans les erreurs d'observation.

Pour la seconde question, je rappelle au lecteur : 1^o que mes déviations ne dépassent pas 26° , sauf une seule que j'ai produite à dessein, pour voir l'influence des grandes déviations ; 2^o que mon contradicteur a oublié qu'on sait graduer les galvanomètres de manière à utiliser aussi bien les grandes déviations que les déviations inférieures à 20° .

M. Gounelle traduit mes nombres en courbes tellement irrégulières, qu'à leur seule inspection le lecteur le moins prévenu contre mes expériences ne peut en conserver qu'une opinion bien médiocre. Mais cette irrégularité apparente tient à ce que, dans la construction de ces courbes, on n'a observé aucune des règles admises. Ainsi, M. Gounelle prend arbitrairement pour unité des intensités du courant, comptées sur les ordonnées, une longueur six fois plus grande que celle qu'il convient de prendre, en sorte que les défauts sont considérablement exagérés.

J'ai refait ce tracé, d'après les règles connues, en prenant la même unité pour les temps les plus courts et les fractions de degrés les plus faibles que je puisse évaluer. Les courbes construites ainsi sont régulières, et n'ont plus rien qui choque la vue, comme celles dans le tracé desquelles on a méconnu tous les principes admis.

Il existe deux manières d'apprécier la durée de l'état variable : 1^o on peut chercher le temps qu'il faut au courant pour atteindre une fraction constante (voisine de l'unité) de son intensité finale ; 2^o ou bien on peut évaluer le temps qu'il faut pour que le courant variable diffère du courant stable d'une quantité petite, toujours la même dans tous les cas. M. Gounelle désigne le premier mode sous le nom de variabilité proportionnelle et le second sous le nom de variabilité différentielle.

Si l'on cherche comment augmente la durée de l'état variable avec la longueur des conducteurs, la théorie indique que l'augmentation est proportionnelle au carré de la longueur des conducteurs, quand il s'agit de la variabilité proportionnelle; mais que la loi est différente lorsqu'on rapporte le phénomène de la variabilité différentielle. Or, dit M. Gounelle dans son mémoire, en négligeant toujours $\frac{1}{4}$ de degré, vous cherchez la variabilité différentielle et vous trouvez la loi de la variabilité proportionnelle qui ne s'applique pas au cas que vous traitez.

Je réponds à cet argument que mes nombres se rapprochent plus de la loi du carré de la longueur que de la simple proportionnalité à la longueur des conducteurs, et c'est à tort qu'on me reproche de rencontrer une loi que mes nombres ne vérifient pas complètement. D'ailleurs, dans toutes mes expériences l'état stable était indiqué par une déviation comprise entre 20° et 25° , et en m'arrêtant à $\frac{1}{4}$ de degré de la déviation stable, j'ai toujours négligé à peu près la même fraction de l'intensité finale, c'est-à-dire qu'en réalité je cherchais la variabilité différentielle. J'opérais ainsi afin d'avoir des résultats plus facilement comparables; il n'est donc pas étonnant que mes nombres s'approchent de la loi que la théorie indique.

M. Gounelle avait dit, en 1859, que la durée de l'état variable est indépendante de la section du conducteur; en 1863 il énonce une autre loi et dit que cette durée augmente avec la section du conducteur. J'ai donné, au contraire, comme approximative, cette loi que la durée de l'état variable est inversement proportionnelle à la section du conducteur; c'est ce que mon contradicteur signale comme une erreur des plus graves.

En traduisant ces énoncés dans le langage de la pratique, la proposition de M. Gounelle revient à dire que le courant se transmet moins rapidement dans les fils d'un fort diamètre que dans ceux d'un diamètre plus faible, tandis que ma proposition attribue un grand avantage pour la rapidité de la transmission aux fils d'un fort diamètre.

Depuis quelque temps on se sert dans l'administration de fils de fer de 5^{mm} de diamètre; antérieurement 4 millimètres représentaient le plus fort diamètre. La pratique montre que les premiers ont sur les autres un très-grand avantage, ce

qui tient à plusieurs causes, et en particulier à la plus grande rapidité de la transmission du courant. Des expériences récentes m'ont montré qu'il en est ainsi, et s'il y a une grave erreur sur cette question, elle est du côté de mon contradicteur; les faits de la pratique concordent avec mes expériences pour le démontrer.

Sur un grand nombre d'autres points, M. Gounelle a fait une application défectueuse des lois connues et tombe à chaque page dans les contradictions les plus évidentes. Pour n'en citer que deux exemples, je rappellerai qu'au commencement de son mémoire il signale à l'administration mes expériences sur les câbles comme dangereuses et pouvant entraîner de fortes dépenses en pure perte. M. Gounelle ne s'était pas rappelé que deux ans auparavant, en parlant de ces mêmes expériences, il avait fait imprimer cette phrase dans les *Annales télégraphiques* : « Ayant répété ces expériences, nous avons vu se vérifier les faits annoncés par M. Guillemin. »

Mon contradicteur me reproche de confondre tangence avec asymptotisme; je n'ai jamais commis d'erreur sur des définitions aussi élémentaires. Une demi-page extraite des *Annales télégraphiques* prouve au lecteur que M. Gounelle a fait lui-même cette confusion de la manière la plus formelle et la plus explicite.

En publiant le résumé de mes recherches, je n'ai pas eu la prétention de croire mon œuvre parfaite; je termine, au contraire, mes mémoires en disant que ce n'est là qu'un premier essai que je développerai dès que le temps et des circonstances favorables me le permettront.

Je ne doute pas que plus tard ces questions n'attirent, plus qu'aujourd'hui, l'attention des physiciens; mais il me paraît aussi bien certain que ce n'est pas en ne tenant aucun compte des données de l'expérience, sans pour cela faire un très-bon usage des idées théoriques, qu'on parviendra à la solution de ces questions intéressantes.

Sur la signification anatomique des bandelettes contenues dans les lobes optiques des Poissons osseux et auxquelles plusieurs anatomistes ont donné le nom de voûte à trois piliers, par MM. Vulpian et Philipeaux.

La plupart des anatomistes sont d'accord pour reconnaître dans les lobes creux qui sont situés chez les Poissons au-devant du lobe impair médian ou cervelet, les analogues des tubercules bijumeaux ou tubercules optiques des Reptiles et des Oiseaux. Il est bien difficile en effet de se refuser à admettre cette analogie lorsqu'on envisage la situation de ces lobes par rapport aux autres parties de l'encéphale et surtout quand on considère leurs connexions avec les nerfs optiques, dont les racines s'épanouissent à la surface de ces lobes, présentant ainsi une disposition exactement semblable à celle qu'ils offrent chez les Batraciens, les Reptiles et les Oiseaux. Ce sont ces connexions surtout qui doivent entraîner les convictions, car dans toutes les autres classes des Vertébrés, nous voyons les nerfs optiques naître à peu près, sinon tout à fait, exclusivement des tubercules quadrijumeaux ou bijumeaux.

Cependant, lors de nos premières recherches sur l'encéphale des Poissons, nous n'avions pas apprécié cette analogie à sa véritable valeur, et nous avons été détournés de la détermination qui ne nous semble plus douteuse maintenant, par la considération de la structure et de la constitution de ces lobes. Ils renferment effectivement, chez les Poissons osseux, des parties assez complexes qui ne se retrouvent pas à première vue dans les tubercules optiques des autres Vertébrés et que nous avons cru, à l'exemple de plusieurs auteurs, devoir rapprocher de certaines parties contenues dans les hémisphères cérébraux de ces Vertébrés et surtout dans ceux des Mammifères.

Aujourd'hui, nous voulons dire seulement quelques mots d'une de ces parties, et montrer, en établissant sa véritable analogie, que, loin de fournir une objection contre ceux qui font des lobes creux les lobes bijumeaux ou optiques des Poissons, l'étude de cette partie concourt à la démonstration de cette manière de voir.

Lorsqu'on ouvre les *lobes creux* par leur région supérieure chez un Poisson osseux, on voit deux petites lamelles, placées immédiatement au-dessous de la paroi, adhérentes même assez souvent à la surface interne, quelquefois libres. Tantôt ces lamelles ont une direction antéro-postérieure et sont contiguës l'une à l'autre ; tantôt, comme chez la *Carpe*, elles sont écartées l'une de l'autre angulairement en arrière, se dirigeant alors d'avant en arrière, et de dedans en dehors : elles se réunissent à la partie antérieure de la cavité des lobes creux et forment là une seule lamelle qui, en se courbant de haut en bas, va se perdre dans une commissure transversale, placée sur le fond des lobes, à leur partie antérieure. Ces lamelles sont tantôt très-étroites et constituées presque uniquement par de la substance nerveuse blanche, tantôt elles s'élargissent et il semble qu'une petite lame de substance grise est venue s'accoler au bord de la lamelle blanche. Cette lamelle, dont la disposition rappelle quelque peu celle de la *voûte à trois piliers*, a été désignée sous ce nom par divers auteurs, par Gottsche et Leuret entre autres. C'est ainsi que nous l'avions aussi nommée dans notre premier mémoire.

Or, cette prétendue *voûte à trois piliers* n'a qu'une simple analogie de forme avec la véritable *voûte* des Mammifères. Ses connexions montrent d'une façon très-nette qu'elle a son représentant dans les tubercules optiques des autres Vertébrés.

Si l'on examine sur une coupe antéro-postérieure et médiane de l'encéphale d'un Poisson osseux quelconque la configuration des lamelles en question, on voit qu'elles ne sont que des sortes d'excroissances membraneuses de la commissure dont nous avons constaté l'existence à la partie antérieure du plancher ventriculaire des lobes optiques, au devant de l'ouverture infundibuliforme de ce plancher. Cette commissure est elle-même lamelleuse : au niveau de son bord supérieur elle se bifurque, envoie une mince bandelette vers le bord antérieur des lobes optiques, et une autre bandelette très-mince aussi qui se porte d'abord presque verticalement en haut, puis se recourbe ensuite d'avant en arrière pour suivre la courbure de la paroi supérieure des lobes creux, en s'accolant plus ou moins exactement à cette pa-

roi. Cette bandelette est bien plus longue que la première ; à une petite distance de la commissure, elle se divise en deux moitiés latérales, et cette division produit ce qu'on a désigné sous le nom de *piliers postérieurs de la voûte*. Cette division en deux moitiés latérales se voit facilement sur l'encéphale examiné par sa face supérieure, après qu'on a mis à découvert la cavité des lobes optiques. Ajoutons encore un détail : la lamelle antérieure émise par la commissure va se terminer en avant vers le point où se trouvent chez un bon nombre de Poissons osseux les pédicules de la *glande pinéale* ; la lamelle postérieure se termine en arrière par une extrémité plus ou moins atténuée.

Il est facile de reconnaître dans les lobes optiques des Reptiles, par exemple chez les Tortues, le Lézard vert, le Fouette-queue, la présence d'une commissure située au même endroit que celle dont nous venons de décrire les principaux caractères chez les Poissons osseux. Et, de même que chez ces Poissons, on peut s'assurer, par l'examen d'une coupe longitudinale et médiane de l'encéphale des Reptiles, que cette commissure se bifurque, et qu'une des branches de bifurcation, formant une courte bandelette, gagne le bord antérieur des lobes optiques, tandis que l'autre branche, formant une bandelette plus longue, se rend à la partie supérieure de la face interne de la paroi de ces lobes, et suit la ligne médiane d'avant en arrière jusqu'à une distance plus ou moins grande de leur bord postérieur. Il est impossible de considérer comparativement les coupes médianes antéro-postérieures de l'encéphale d'un Poisson osseux et de celui d'un Reptile, sans être frappé de cette analogie si remarquable. La largeur plus grande des bandelettes chez les Poissons, l'addition de substance grise sur un des bords, l'indépendance quelquefois complète de la bandelette postérieure dans son trajet antéro-postérieur, opposée à l'adhérence constante qui existe chez les Reptiles entre cette bandelette et le bord interne du lobe optique correspondant, telles sont les seules différences qui existent entre les deux groupes de Vertébrés, relativement à cette particularité de structure.

Chez les Oiseaux, la même préparation, c'est-à-dire une coupe médiane de l'encéphale d'avant en arrière, permet de retrouver dans la disposition de la commissure blanche qui

unit l'un à l'autre les deux lobes optiques ou bijumeaux, rejetés ici dans l'âge adulte sur les côtés de l'isthme encéphalique, les mêmes caractères que ceux que présente la commissure des lobes optiques chez les Reptiles et les Poissons.

Chez les Mammifères eux-mêmes, une coupe antéro-postérieure, passant à une très-faible distance de la ligne médiane, met à découvert une disposition du même genre. On distingue alors très-facilement une commissure située au-dessous de la base des tubercules quadrijumeaux, mais assez superficiellement toutefois, et un peu en arrière du bord antérieur des *nates* : de cette commissure naissent deux prolongements, l'un qui se dirige vers le bord antérieur des *nates* et va fournir un pédicule postérieur à la glande pinéale ; l'autre, qui se porte d'avant en arrière, dans la substance même des tubercules et se perd dans cette substance après un trajet assez long. Nous avons constaté cette conformation avec quelques légères variétés chez le Surmulot, chez le Chien et chez l'Homme. C'est peut-être dans le cerveau de l'Homme qu'elle est le plus nettement accusée.

Ainsi donc, les lamelles qui existent dans les lobes optiques des Poissons osseux et qui ont été considérées bien à tort par quelques anatomistes comme représentant la *voûte à trois piliers* des Mammifères, ne constituent pas une particularité propre exclusivement à ces Poissons. Elles se retrouvent chez les Reptiles, chez les Oiseaux et chez les Mammifères, adhérentes chez les Reptiles et les Oiseaux à la face interne de la paroi des lobes optiques qui sont creux, et plongées, chez les Mammifères, dans la substance des tubercules *nates*, vrais tubercules optiques. Elles ne manquent pas non plus chez les Poissons cartilagineux (Sélaciens), où elles ressemblent, comme relations, à celles des Reptiles, et enfin il n'est guère douteux qu'elles n'existent aussi dans les tubercules optiques des Batraciens. En un mot, c'est une disposition générale chez les Vertébrés et qui caractérise et doit concourir à déterminer leurs lobes optiques. Ces bandellettes ne sont que des prolongements postérieurs de ce qu'on nomme la *commissure postérieure* dans l'anatomie des Mammifères, commissure qui pourrait être désignée aussi, lorsqu'on envisage l'ensemble des Vertébrés, sous le nom de *commissure antérieure des lobes optiques*, à cause de ses con-

nexions intimes avec ces lobes, dans lesquels elle peut même se *trouver enfermée*, comme chez les Poissons.

Séance du 6 Mai 1865.

PRÉSIDENTE DE M. DESAINS.

M. Cazin expose ses recherches sur les effets dynamiques des courants interrompus.

MM. Guillemin et Desains demandent quelques renseignements sur cette communication.

M. Transon donne d'abord connaissance de quelques passages d'une lettre de M. Mouchez, capitaine du *Lamothé-Piquet*, sur l'hydrographie des côtes du Brésil. Il indique en second lieu ses recherches sur un nouveau mode de projection.

M. Mannheim présente quelques réflexions sur ces recherches.

Sur les phénomènes qui se passent dans un circuit voltaïque interrompu contenant une bobine, par M. Achille Cazin.

Lorsqu'un circuit voltaïque, contenant une bobine ou un électro-aimant, est fréquemment interrompu en un de ses points, par exemple à l'aide d'une pointe de platine oscillant sur une couche de mercure (interrupteur de M. Foucault), il présente deux sortes de phénomènes dont la corrélation n'est pas bien connue. Les uns, tels que l'action électrolytique, l'action sur une aiguille aimantée, sont dus à une modification générale du circuit, et constituent les effets dynamiques; les autres, tels que l'action sur l'électroscope, l'étincelle, sont locaux et constituent les effets statiques. L'étude de cette corrélation doit être précédée de celle de chacun de ces effets. J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à la Société les résultats de mes recherches sur les effets dynamiques.

On sait qu'au moment de la fermeture du circuit, l'intensité du courant atteint graduellement son maximum, et qu'à l'ouverture l'intensité décroît plus rapidement, pendant qu'une grosse étincelle prolonge la durée du contact.

I. Le courant est soumis à des variations égales dans tous les points du circuit, aussi bien dans la pile que dans le conducteur extrapolaire.

J'ai, en effet, reconnu que la loi des équivalents électro-chimiques s'applique à un pareil circuit. En admettant dans ce circuit un voltamètre à sulfate de cuivre et une pile de Daniell, on obtient un poids de cuivre dans l'électrolyte égal à celui qui est déposé dans chaque couple de la pile. (Comptes-rendus de l'Académie, 10 avril 1865.)

II. L'intensité variable du courant, pendant la période de fermeture, est donnée par l'équation suivante :

$$iR = IR - P \frac{di}{dt}$$

dans laquelle on désigne par

i l'intensité du courant à l'époque t comptée à partir du moment où commence la fermeture;

I l'intensité du courant quand il a atteint l'état permanent;

R la résistance totale du circuit;

P une constante qui dépend de la disposition de la bobine et des unités adoptées : on l'appelle *potentiel du circuit sur lui-même*. Cette loi est celle qui a été admise par M. Helmholtz. (*Ann. de Pogg.* 1851.)

Quant à la période d'ouverture, il n'y a pas d'effet dynamique notable; l'intensité du courant s'évanouit presque instantanément.

En d'autres termes, l'extra-courant d'ouverture est négligeable, et celui de fermeture peut être attribué à une force électro-motrice inverse

$$P \frac{di}{dt}$$

proportionnelle à la vitesse d'accroissement du courant variable.

Je tire cette conclusion des lois expérimentales, que j'ai communiquées à l'Académie des sciences le 26 septembre 1864. Voici, en effet, une conséquence de la formule précédente, qui est entièrement vérifiée par l'observation.

Soient T la durée du contact de la pointe de platine avec le mercure, et n le nombre des contacts dans l'unité de temps; on a pour l'intensité totale à chaque contact

$$\int_0^T i dt,$$

et pour l'intensité moyenne du courant discontinu

$$I'' = n \int_0^T i dt$$

expression que l'on peut calculer en partant de l'équation précédente.

Si maintenant on suppose la bobine remplacée par un fil fin, d'égale résistance, il n'y a plus d'extra-courant sensible, et le courant acquiert et perd instantanément son intensité maxima I ; de sorte que, l'interrupteur agissant comme précédemment, l'intensité totale à chaque contact est IT , et l'intensité moyenne du courant discontinu est

$$I' = n IT.$$

On trouve ainsi, pour une valeur de T assez grande pour que l'état permanent soit sensiblement atteint,

$$I' - I'' = \frac{n IP}{R}.$$

J'ai vérifié cette formule, soit avec la boussole des tangentes, soit avec le voltamètre à eau; mais l'eau présente des difficultés qui rendent les expériences moins nettes.

Toutes les particularités que présente le courant discontinu s'expliquent très-aisément à l'aide de la théorie, et par une simple construction géométrique.

III. On augmente l'effet dynamique de la période d'ouverture en établissant un fil de dérivation de chaque côté du point d'interruption, et la variation d'intensité est donnée par l'équation

$$i, (R + R') = IR - P \frac{di}{dt},$$

dans laquelle on désigne par

i , l'intensité variable à l'époque t comptée à partir du moment où l'intervalle de dérivation est rompu,

R' la résistance du fil de dérivation; celle de l'intervalle de dérivation est négligeable.

Quant à la période de fermeture, elle est représentée comme précédemment.

Je tire cette conclusion d'une loi que j'ai communiquée à l'Académie des sciences, le 10 avril dernier, et qui se déduit mathématiquement de ces équations.

Les quantités I' et I'' ont été définies plus haut. Soient maintenant i'' l'intensité moyenne du courant discontinu dans le fil de dérivation, la bobine étant dans le circuit principal, et i' celle du courant discontinu dans le même fil, lorsque la bobine est remplacée par un fil d'égale résistance, la théorie donne la relation

$$\frac{I' - I''}{i'' - i'} = R'$$

et l'expérience vérifie cette formule.

Cette loi régit les faits observés par M. de la Rive, en 1843, qui l'ont conduit au condensateur électro-chimique.

Sur l'hydrographie des côtes du Brésil, par M. Mouchez.

M. Abel Transon a communiqué le passage suivant d'une lettre écrite de Rio de Janeiro, le 1^{er} avril 1865, par M. Mouchez, capitaine de frégate, commandant le *Lamotte-Piquet*, de la station navale de la Plata, chargé de la mission de compléter l'hydrographie des côtes du Brésil.

«... Mon travail n'avance pas aussi vite que je l'espérais à cause des innombrables détails de la côte, détails que personne ne soupçonnait. C'est un vrai voyage de découverte que je fais là, et la publication de ces cartes fera fréquenter une foule d'excellents ports inconnus jusqu'ici. Elle prouvera que le gouvernement brésilien n'a encore aujourd'hui aucune idée des magnifiques positions maritimes qu'il possède. J'ai visité une foule de localités où jamais on n'avait vu un seul navire, même brésilien. L'Océanie était beaucoup mieux connue que les côtes du Brésil. Je suis bien secondé par tous mes officiers, qui sont pleins de zèle, et je crois qu'aucune expédition n'aura encore rapporté un travail aussi complet et aussi considérable que le nôtre, pourvu que le *Lamotte-Piquet* arrive au port sans accident. Jusqu'ici nous avons eu énormément de chances en décou-

vrant bien des écueils sans nous y échouer; car nous naviguons toujours dans l'inconnu... Nous partons dans deux jours pour aller observer l'éclipse totale du 25 avril sur la ligne des centres à 160 lieues d'ici. Si nous sommes favorisés par le temps, nous allons jouir d'un des plus beaux phénomènes astronomiques qu'il soit donné de voir, l'éclipse devant durer presque le maximum, 4 minutes et demie. »

Séance du 13 Mai 1865.

PRÉSIDENCE DE M. DAUSSE.

M. Cazin expose le résultat de ses recherches sur les phénomènes qui se passent dans un circuit voltaïque interrompu contenant une bobine.

M. Victor de Luynes communique la récente découverte qu'il vient de faire d'une combinaison cristallisée d'orcine et d'ammoniaque.

Sur une combinaison cristallisée d'orcine et d'ammoniaque,
par M. Victor de Luynes.

En chauffant dans une cloche courbe de l'orcine au contact du gaz ammoniac, on reconnaît que ce dernier est absorbé en proportion considérable. L'orcine absorbe également ce gaz lorsqu'on la chauffe dans une cornue de manière à la fondre, et qu'on y fait passer le courant gazeux. Exposée à l'air humide, la combinaison se transforme rapidement en matière colorante.

Pour obtenir cette combinaison cristallisée, on dissout dans de l'éther une certaine quantité d'orcine, et on sature la liqueur par de l'ammoniaque sèche. Au bout de quelques heures, il se dépose des cristaux octaédriques incolores.

L'opération réussit bien avec de l'éther et de l'orcine anhydres ou hydratés. La proportion d'ammoniaque est constante et comprise entre 11 et 12 p. 100.

L'auteur se propose de déterminer le système auquel appartiennent ces octaèdres et de faire une étude plus approfondie de ce composé intéressant, qui paraît jouer un rôle important dans la production des matières colorantes.

Séance du 20 Mai 1865.

PRÉSIDENCE DE M. DAUSSE.

M. Mannheim, de la part de M. Grouard, communique la suite d'un travail sur l'étude des figures semblables.

M. Laurent donne quelques détails sur les terrains qu'on présume devoir rencontrer dans le forage des deux nouveaux puits artésiens que fait faire la ville de Paris.

M. Alix fait une communication : 1° sur l'aplatissement du nez dans les races humaines inférieures, qu'on ne doit pas considérer comme un caractère pithécoïde ; 2° sur la présence de l'intermaxillaire chez l'Homme, ce qui n'a pas plus de valeur au même point de vue. Cet os, chez les Singes, présente une branche ascendante latérale et n'offre aucun vestige de saillie médiane ; au contraire, l'intermaxillaire de l'Homme n'offre pas de branche ascendante, mais en revanche est pourvu d'une saillie médiane remarquable qui contribue à former l'épine dorsale.

Séance du 27 Mai 1865.

PRÉSIDENCE DE M. DE LA GOURNERIE.

M. Fischer fait une communication sur la constitution chimique des eaux de la mer, spécialement sous le point de vue des quantités de carbonate de chaux et de silice qu'elles contiennent, en rapport avec les quantités de ces matières mises en œuvre par les Mollusques, les Polypiers et autres animaux inférieurs. Il insiste particulièrement sur les causes qui, en amenant la destruction des coquilles et des Polypiers, restituent en partie aux eaux de la mer les éléments qu'elles avaient perdus.

Une discussion à laquelle prennent part MM. Delanoue, Guillemain, Laussedat et Vaillant, s'engage sur cette communication.



BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS.

Sur les principes de la projection gauche, par M. Abel
Trançon.

(Note lue le 6 Mai 1865.)

Si, pour projeter les différents points d'une figure plane sur un autre plan qui sera appelé *tableau*, on emploie des droites projetantes assujetties à rencontrer deux droites fixes, on aura ce qu'il paraît assez naturel d'appeler une *projection gauche*; système dans lequel à un point du plan primitif correspond un point unique du tableau, et réciproquement; système qui rentre dans la projection conique si les deux droites directrices se rencontrent, dans la projection cylindrique si elles sont parallèles.

Il est aisé de voir que la projection gauche de toute ligne droite est une section conique, et qu'à un faisceau de lignes droites du plan primitif correspond sur le tableau un faisceau de coniques, c'est-à-dire un ensemble de coniques passant par quatre points communs; de plus, ce second faisceau est homographique au faisceau rectiligne primitif.

Par les principes de la projection gauche, on peut transformer une figure plane en une autre où les droites sont remplacées par des coniques, les coniques par des courbes du troisième ou du quatrième ordre, et généralement des courbes de l'ordre n par des courbes qui sont au plus de l'ordre $2n$, mais qui peuvent être d'ordre moindre, selon la situation particulière des deux directrices et du tableau. Et notamment, à l'aide de ces principes, on fera voir que les générations des courbes de troisième et quatrième ordre par la rencontre des éléments homologues de deux faisceaux homographiques de coniques sont des transformations de la génération des coniques par la rencontre des rayons homologues de deux faisceaux rectilignes homographiques; que la propriété des courbes du troisième ordre d'avoir trois points d'inflexion en ligne droite est une transformation de ce théorème de feu Joachimsthal, que, « en un point A d'une conique passent « trois cercles qui lui sont osculateurs en trois points différents « B, C, D, et que les quatre points A, B, C, D, sont sur un quatrième cercle, » etc.

Sur les phénomènes qui se passent dans un circuit voltaïque interrompu contenant une bobine, par M. Achille Cazin.

(Note lue le 13 Mai 1865.)

Les effets statiques du courant interrompu ont été étudiés par Masson; mais les lois qui les régissent ne sont pas connues. J'ai observé une loi simple, relative à la durée de l'étincelle de rupture.

Le courant est interrompu par une pointe de platine plongeant dans du mercure que l'on retire rapidement. Une très-forte tension électrique peut être constatée à l'aide de l'électroscope, quand on ouvre le circuit, de chaque côté du point d'interruption. Les signes sont ceux des pôles correspondants de la pile, celle-ci étant isolée; ils ne sont nets que si l'étincelle éclate dans l'air; avec l'alcool ils disparaissent presque complètement: ces effets de tension sont très-peu réguliers, quant à la grandeur. Il n'en est pas de même de l'étincelle, que l'on peut obtenir très-aisé-

ment constante en maintenant la surface du mercure et celle de la pointe bien nettes. Voici comment j'ai mesuré sa durée.

Sur un disque de carton noirci sont rangées circulairement des perles sphériques équidistantes. Le centre du disque est fixé sur un axe qui est animé d'un mouvement de rotation variant de 15 à 100 tours par seconde. Un système de roues dentées est disposé à cet effet, et on règle le mouvement sur le son que rend une carte lorsqu'elle est choquée par la dent d'une des roues. L'étincelle étant produite dans l'obscurité en face de ce disque, on voit autant d'arcs brillants égaux entre eux qu'il y a de perles. On règle la vitesse de rotation de telle sorte que les arcs brillants soient égaux aux intervalles obscurs qui les séparent. On calcule la durée de l'étincelle d'après le nombre des perles et la vitesse de rotation du disque. J'ai ainsi reconnu que *la durée de l'étincelle de rupture est proportionnelle à l'intensité du courant*.

On reconnaît aisément que la durée augmente, par l'introduction d'un noyau de fer dans la bobine, et plus avec un faisceau de fils qu'avec un noyau plein; qu'elle devient deux fois plus courte dans l'alcool; qu'elle est encore un peu plus courte dans l'eau distillée; qu'elle est considérablement diminuée quand on fait communiquer la pointe et le mercure respectivement avec les armatures d'un grand condensateur : dans ce dernier cas les arcs lumineux, vus sur le disque tournant, paraissent formés par une suite de points brillants, ce qui montre l'analogie de cette étincelle avec celle que produit la décharge d'une bouteille de Leyde.

La durée de l'étincelle de rupture est en relation avec le bruit qu'elle produit; plus elle est courte, plus le bruit est sec. Les diverses modifications qu'elle subit avec l'alcool, l'eau, le condensateur, n'ont aucune influence sur l'intensité moyenne du courant discontinu, lorsque les interruptions sont régulièrement répétées.

Sur l'aplatissement du nez et l'existence des os intermaxillaires chez l'Homme, par M. Alix.

(Note lue le 20 Mai 1865.)

1° *L'aplatissement du nez dans les races humaines infé-*

rieures ne peut pas être considéré comme un caractère pithécoïde.

En effet, sur tous les crânes humains, sur le crâne d'un Australien, comme sur le crâne d'un Européen, il existe une épine nasale antérieure bien développée. Cette épine nasale antérieure s'avance horizontalement comme un éperon, et le bord libre de la cloison nasale la continue en suivant la même direction, de telle sorte que ce bord libre de la cloison regarde toujours en bas. Chez les Singes, au contraire, qui n'offrent pas d'épine nasale antérieure, la cloison s'avance dans le sillon formé par la réunion des os intermaxillaires, et son bord libre, dont l'extrémité supérieure est située plus en arrière que l'extrémité inférieure, décrit une courbe dont la concavité regarde en haut. Ce sont là deux formes qui diffèrent essentiellement.

2° *L'existence des os intermaxillaires chez l'Homme ne peut pas non plus être considérée comme un caractère pithécoïde.*

En effet, la forme de ces os n'est pas la même chez l'Homme que chez les Singes. Chez ces derniers, chaque os intermaxillaire présente une branche ascendante externe qui s'applique au maxillaire supérieur pour border l'ouverture nasale correspondante, et, d'un autre côté, on ne trouve chez eux aucune trace d'épine nasale antérieure. Chez l'Homme, au contraire, la branche ascendante latérale manque, mais, en revanche, il existe une épine nasale antérieure fortement dessinée. Ce sont encore là des formes qui diffèrent essentiellement.

L'existence de l'os intermaxillaire chez l'Homme n'a pas encore été démontrée d'une manière absolue. Tout le monde peut, avec Vicq d'Azir, constater la suture qui persiste assez longtemps sur le palais au niveau des trous incisifs; mais personne encore n'a fait voir, chez l'Homme à l'état normal, une suture séparant l'intermaxillaire du maxillaire supérieur sur la face antérieure du crâne. M. le docteur Emmanuel Rousseau, qui s'est occupé très-consciencieusement de cette question, conserve des fœtus de 45 jours sur lesquels on n'aperçoit aucune trace de cette séparation. Cela nous force d'admettre que les deux sphères de formation se confondent avant le début de l'ossification.

Pour démontrer l'existence de l'os intermaxillaire chez l'Homme, on est obligé d'avoir recours aux cas anormaux, et à cette monstruosité que l'on a désignée sous le nom de bec de lièvre. M. Rousseau conserve une pièce très-intéressante sous ce point

de vue, qui lui a été donnée par M. Gratiolet en 1839, à l'époque où cet anatomiste publia dans les Annales françaises et étrangères d'anatomie et de physiologie un mémoire important sur le bec de lièvre. Cette pièce vient d'un sujet qui offrait d'un côté une fissure intéressant à la fois les parties molles et les parties osseuses, et de l'autre côté une fissure qui n'intéressait que la lèvre. De ce dernier côté, la dissection fit voir que l'intermaxillaire était distinct du maxillaire supérieur, et qu'il existait entre ces deux os une ligne de séparation qui partait du bord alvéolaire pour aller retrouver l'épine nasale antérieure. Cette pièce démontre avec évidence que la branche montante de l'intermaxillaire n'existe pas chez l'Homme.

Sur le puits artésien de la place Hébert, par M. Laurent.

(Note lue le 20 Mai 1865.)

Comme on le sait, la ville de Paris a décidé l'exécution de deux nouveaux puits artésiens à grande section, devant aller chercher les eaux sous la craie et plus bas si cela est possible.

Primitivement ces deux forages devaient s'exécuter l'un à la barrière du Trône, l'autre place de l'Estrapade, près le Panthéon. Pour des raisons qu'il ne nous appartient pas de discuter, ces deux points furent changés, et il fut résolu que le puits actuel de Passy étant pris pour l'un des angles d'un triangle équilatéral; les deux nouveaux forages seraient reportés aux deux autres angles. En conséquence le puits de la place du Trône, s'exécute à la place Hébert, à la Chapelle, et le puits de l'Estrapade du Panthéon, à la Butte-aux-Cailles, près la Bièvre.

Les nombreux sondages pratiqués dans les terrains tertiaires nous permirent de suite d'apprécier approximativement l'importance d'un travail à grande section, en ce qui concerne la traversée de ces terrains, sur les deux nouveaux points choisis et surtout en ce qui concernait la place Hébert où devait s'exécuter le forage dont nous étions chargés.

L'administration municipale se réservait de pratiquer par elle-

même deux avant-puits en maçonnerie qu'elle pousse-rait aussi loin qu'elle le jugerait convenable.

Aujourd'hui le puits de la Butte-aux-Cailles a traversé les terrains tertiaires et est arrivé au terrain crétacé, mais, à la place Hébert, il n'en a pas été de même, et les craintes que nous avons manifestées à l'origine, sur l'exécution d'un semblable travail sur ce point, se sont malheureusement plus que réalisées. Après des difficultés très-grandes, le grand puits maçonné n'a pu parvenir qu'à 34^m, 50 de profondeur, et là il se trouve dans les grès de Beauchamp, probablement même à la partie supérieure. C'est donc à ce point que les travaux de forage vont commencer.

Nous venons de descendre un premier tubage de 1^m, 80 de diamètre extérieur, qui du sol descend à 34^m, 50 et nous permet l'introduction des instruments de forage de 1^m, 70 de diamètre.

Cette première colonne de tubes avec les engins propres à la manœuvre formait un poids de 35 000 kilogrammes. L'opération de la descente s'est assez régulièrement accomplie. En fermant les tubes à la partie supérieure par un bon tampon, l'air comprimé a facilité nos manœuvres. Malheureusement cette application deviendra insuffisante lorsque les tubages diminueront de diamètre et deviendront plus lourds par suite de leur plus grande longueur. Il est probable qu'alors les presses hydrauliques seules pourront nous soutenir des poids qui dépasseront 250 000 kil.

L'étude que je mets sous les yeux de la Société indique la coupe de quelques sondages exécutés autour de la place Hébert; elle fait voir que les difficultés qui doivent se présenter avant d'atteindre la craie sont assez nombreuses, mais il faut espérer qu'elles seront surmontables, au moins avec le temps.

Selon toute probabilité la craie ne sera pas rencontrée avant 140 mètres ce qui laisse à forer plus de 100 mètres de terrains tertiaires, et, malheureusement, dans cette région située entre Montmartre et la butte Chaumont, ils se composent de terrains modifiés et très-irréguliers.

Ainsi ce qui représente la fin des sables moyens et les calcaires grossiers, se compose de marnes plus ou moins sableuses avec des blocs irréguliers disséminés dans la masse : terrains éboulants, déliquescents en partie, qui abandonnent les blocs durs qu'ils renferment, permettent à ceux-ci de tomber sur les outils et de les rendre prisonniers. De là rupture de sonde et autres accidents.

Plus bas viennent des sables souvent fluides et remontants qui ne se maintiennent qu'à l'aide de tubages. Mais ces sables prennent souvent un mouvement ascensionnel dans les tubes, qui ne permet que très-difficilement d'arriver à leur base, se renouvelant au fur et à mesure des épuisements.

Ces difficultés, dans de petits diamètres, se surmontent assez généralement aujourd'hui, parce que les tubes peuvent se manœuvrer simultanément avec les sondes, et que l'habitude a fait trouver selon les circonstances des moyens efficaces; mais, avec de pareils diamètres et de semblables poids, cela devient impossible. C'est là le plus grave accident qu'il puisse arriver, car lorsque, dans les terrains éboulants ordinaires, une colonne est serrée et refuse de descendre, on peut recourir à un nouveau tubage, mais dans les sables une nouvelle colonne s'enserre immédiatement, c'est un fait bien connu, et l'ingénieur en chef des mines d'Alger vient d'en signaler un exemple récent dans le dernier volume des *Annales des mines* (tome VI, 1864), où un sondage ordinaire n'aurait pu dépasser 45^m, 70 avec cinq colonnes successives.

Les argiles plastiques viendront ensuite; il n'est pas probable qu'elles aient plus de 12 à 15 mètres de puissance. Comme on le sait, ces argiles en contact avec l'eau se gonflent, se resserrent et offrent pour cette raison des obstacles aux tubages qu'elles viennent enserrer avant leur traversée complète. Cette circonstance fâcheuse peut entraîner un tubage supplémentaire. Cela ne se présente presque jamais dans les travaux ordinaires parce que le temps assez court des manœuvres de tubage permet, tout étant bien préparé, de les traverser en quelques heures.

Les argiles et les marnes supérieures à la craie n'offrent ordinairement que peu de difficultés.

Les six coupes prises sur les sondages qui environnent la place Hébert nous donnent des différences de détail assez nombreuses.

Nous allons, après avoir bien réglé et essayé nos gros outils du sondage définitif, procéder immédiatement à un forage central de petit diamètre nous donnant une coupe exacte des terrains, afin de nous éclairer le plus possible sur leur nature, leur épaisseur et leur ordre de succession, au point même où des manœuvres aussi importantes devront s'accomplir.

Étude sur les figures semblables, par M. Grouard.

(Note lue le 20 Mai 1865.)

I.

1. J'ai montré dans une première note comment la considération du point que j'ai appelé centre de similitude de deux figures planes semblables conduisait à une méthode particulière pour mener des tangentes à une certaine classe de courbes. Je suis arrivé en même temps à des résultats d'une nature toute différente, que je me propose d'indiquer actuellement.

II.

2. Je considère d'abord deux courbes semblables S et S' ; elles ont un centre de similitude C , dont l'introduction est avantageuse pour l'énoncé et la démonstration des théorèmes suivants :

1° Le lieu du point de rencontre de deux tangentes homologues est une courbe semblable à la podaire d'une des courbes données par rapport au centre de similitude.

2° L'enveloppe d'une droite définie de position par rapport aux deux tangentes et menée par leur point de rencontre est une courbe semblable aux courbes données.

3°. L'enveloppe de la droite qui joint les deux points de contact est une courbe dont la podaire, par rapport au centre de similitude, est semblable aux courbes données.

4° Le lieu d'un point formant avec les deux points de contact un triangle de forme constante est une courbe semblable aux premières.

III.

3. Ces propositions fournissent dans des cas particuliers des théorèmes dont plusieurs sont bien connus. Mais, avant d'en énoncer quelques-uns, je dois faire quelques remarques sur l'homothétie et la similitude de deux cercles.

Deux cercles sont toujours homothétiques, mais à la condition

de regarder comme correspondants les points situés en ligne droite avec le point de rencontre de deux tangentes communes de même espèce (extérieures ou intérieures). Or, on peut établir entre les points de deux cercles une autre liaison. On peut regarder d'abord comme correspondants deux points quelconques de ces cercles ; si l'on imagine alors que deux mobiles placés en ces points décrivent en même temps sur les circonférences des arcs proportionnels aux rayons, et que l'on regarde toujours comme correspondantes les positions simultanées des deux mobiles, les deux cercles pourront alors être considérés comme deux figures semblables. Les tangentes en deux points correspondants seront deux lignes homologues.

A ce point de vue on peut donc dire que deux cercles sont semblables d'une infinité de manières, et par suite ont une infinité de centres de similitude.

Le lieu de ces points est le cercle qui a pour diamètre la droite qui joint les centres d'homothétie des deux cercles (appelés ordinairement les centres de similitude).

4. A l'aide de cette remarque, et en appliquant ce qui a été dit plus haut, on peut voir :

1° Que le lieu complet du point de rencontre de deux tangentes à deux cercles faisant un angle donné se compose de quatre limaçons de Pascal symétriques deux à deux par rapport à la ligne des centres ;

2° Que l'enveloppe de la droite qui joint les deux points de contact se compose de quatre coniques symétriques de la même façon ;

3° Que l'un des foyers de ces coniques est le point double du limaçon de Pascal correspondant ;

4° Que, si l'on fait varier l'angle donné, le lieu de ces points doubles est le cercle lieu des centres de similitude des deux cercles donnés.

5° Pour une valeur donnée de cet angle, les points doubles des limaçons correspondants sont les points d'intersection de ce cercle avec deux autres cercles symétriques par rapport à la ligne des centres, et décrits sur la droite qui joint ces deux points, comme segments capables de l'angle donné ou de l'angle supplémentaire.

6° Le lieu des centres de similitude des deux cercles donnés passe par les points communs de ces cercles.

7° Ce lieu est aussi le lieu des points d'où ces deux cercles sont vus sous un même angle.

IV.

5. Je vais indiquer maintenant quelques propriétés d'un système de courbes semblables ayant un même centre de similitude.

Un pareil système de courbes est intermédiaire entre un système de courbes semblables quelconques et un système de courbes homothétiques. On peut les amener à être toutes homothétiques par de simples rotations autour d'un même point, qui sera après le mouvement un centre commun d'homothétie. Je les appellerai courbes semi-homothétiques. Pour achever de définir un pareil système, je supposerai qu'un système de points homologues se trouve sur une courbe A. On peut voir alors, que C étant le centre commun de similitude :

1° Tous les autres systèmes de points homologues sont sur des courbes semblables à A, et ont le point C. pour centre commun de similitude.

2° Réciproquement, tous les points d'une des courbes données sont des points homologues des courbes A.

3° Pareillement, si un système de droites homologues des courbes données a pour enveloppe une courbe B, tous les autres systèmes de droites homologues enveloppent des courbes semblables ayant encore le point C pour centre commun de similitude.

4° Et réciproquement, les tangentes d'une des courbes données sont des tangentes homologues des courbes B.

5° Enfin, il existe une relation entre les formes des courbes A et B.

Les courbes A sont semblables à la podaire des courbes B par rapport au centre de similitude.

6. Cette proposition n'est qu'un cas particulier d'une autre dont l'énoncé est assez complexe, mais en même temps très-général.

Celle-ci concerne une série de systèmes semi-homothétiques se déduisant l'un de l'autre comme il suit :

On a d'abord un système A_0 ; on forme le système B_0 des courbes lieux des points homologues (on ne considère dans cette

formation que les points eux-mêmes des courbes A), ensuite le système A_1 des courbes enveloppes des tangentes homologues des courbes B_0 , puis le système B_1 des courbes lieux des points homologues des courbes A_1 et ainsi de suite..... On a ainsi une série de systèmes de courbes semi-homothétiques se succédant par lieux et enveloppes. Cela posé, la proposition dont il s'agit est la suivante :

Le système des courbes A_p est semblable à la podaire d'ordre $(n - p)$ des courbes A_n , et le système des courbes B_n est semblable à la podaire d'ordre $(n - p)$ des courbes du système B_p .

La seconde partie de cette proposition résulte immédiatement de la première ; car, d'après les propositions fondamentales énoncées plus haut, si l'on considère la série des systèmes successifs en sens inverse, il faudra regarder comme lieux les courbes considérées d'abord comme enveloppes, et réciproquement.

V.

7. Parmi les applications diverses que l'on peut faire des résultats précédents, j'en indiquerai une relative à un système de coniques semblables ayant un foyer commun F . Pour achever de définir ce système, je supposerai que les directrices correspondantes au foyer commun concourent en même point D . On peut énoncer alors les propositions suivantes :

8. Un système quelconque de droites homologues concourent en un même point. Ainsi : les axes non focaux passent par un point C , en ligne droite avec les points F et D ; les tangentes homologues par un point T , les rayons vecteurs homologues aboutissant aux seconds foyers par un point R , les diamètres homologues par un point Δ , les normales homologues par un point N .

9. Un système quelconque de points homologues se trouve sur un même cercle passant par le foyer F . Ainsi : le lieu des centres est un cercle ayant FC pour diamètre.

Le lieu des seconds foyers est un cercle ayant son centre en C , et pour rayon FC .

Un système de points homologues des courbes elles-mêmes se trouvent sur un cercle dont je désigne le centre par ω .

Enfin les points de rencontre des tangentes homologues et des directrices correspondantes sont sur un cercle dont je désigne le centre par ω' .

10. On peut voir ensuite : que le lieu du point T est un cercle ayant pour centre C, et pour rayon $FC \times \varepsilon$ (ε étant l'excentricité commune à toutes les coniques) ; que le lieu du point R est le cercle lieu des seconds foyers ; que le lieu du point Δ est le cercle lieu des centres ; que le lieu du point ω est une conique semblable aux proposées et ayant pour foyers F et C ; enfin, que le lieu du point ω' est une droite perpendiculaire sur le milieu de FD. Cette droite est une directrice de la conique décrite par le point ω .

11. Le cercle CT, lieu du point de rencontre des tangentes homologues, jouit de quelques propriétés intéressantes.

Il est l'enveloppe de toutes les coniques données qu'il touche chacune doublement. Il est le cercle directeur de la conique décrite par le point ω .

12. Les cordes communes aux coniques considérées forment un système de droites concourant au point de rencontre des directrices D.

Chacune de ces droites est le lieu des points tels que les quatre points de contact des tangentes issues d'un de ces points aux deux coniques correspondantes sont sur deux rayons vecteurs seulement.

Remarque. Les deux propriétés précédentes de la corde commune à deux coniques semblables ayant un foyer commun subsistent légèrement modifiées pour deux coniques quelconques confocales. Deux coniques de cette espèce ont, comme on sait, en général, 4 points réels communs.

Parmi les 3 couples de sécantes communes passant par ces 4 points, il en est un dont le point de concours est le point de rencontre des directrices.

Ces deux droites sont le lieu des points tels que les points de contact des 4 tangentes issues d'un de ces points sont sur 2 rayons vecteurs seulement.

Si l'on fait tourner un angle de grandeur constante autour du foyer F, que l'on mène pour chaque position les 4 tangentes aux points situés sur les côtés de cet angle, ces tangentes donneront six points de rencontre, et les courbes décrites par ces points seront : le système des cordes communes dont on vient de parler et trois coniques ayant 4 points communs sur ces deux droites.

13. Dans l'énoncé des propositions précédentes, on a supposé

tacitement qu'il s'agissait de coniques à centre. Ces propositions subsistent évidemment avec quelques simplifications dans le cas des paraboles.

Ainsi, le lieu du point de rencontre des tangentes homologues devient une droite tangente à toutes les paraboles données. Le lieu du point de rencontre des normales homologues, qui, dans le cas des coniques à centre, est une courbe du 4^e degré, est alors une nouvelle parabole qui a pour sommet le foyer des premières, et dont la directrice est parallèle à la tangente commune de celles-ci.

VI

14. Les considérations qui viennent d'être présentées peuvent être étendues à certaines figures semblables de l'espace.

Sans entrer pour le moment dans de grands détails à ce sujet, j'énoncerai seulement quelques théorèmes analogues à ceux que j'ai indiqués sur un angle circonscrit à deux cercles.

Je considère trois sphères situées d'une manière quelconque, et un trièdre de grandeur donnée circonscrit à ces trois sphères. Lorsque ce trièdre se déplace d'une *manière continue* :

1^o Le lieu de son sommet est la surface engendrée par la révolution d'un limaçon de Pascal autour de son axe de symétrie. On peut appeler cette surface un limaçoïde de révolution.

2^o L'enveloppe du plan passant par les trois points de contact est une surface du second degré de révolution.

3^o Le point double du limaçoïde est un foyer de la surface du second degré.

4^o Lorsqu'on fait varier la grandeur du trièdre, le lieu de ce point est un cercle dont le plan est perpendiculaire au plan des 3 centres.

5^o Ce cercle est le lieu des points d'où l'on voit les 3 sphères sous des cônes d'angles égaux.

Séance du 3 Juin 1865.

PRÉSIDENCE DE M. DE LA GOURNERIE.

L'ordre du jour appelle la nomination d'un archiviste ; M. Alix est élu. Conformément à l'article 8 du règlement, la Société procède à l'élection d'un président pour le second semestre.

M. d'Almeida est élu.

M. Stephan fait une communication sur ce problème : Construire une sphère tangente à quatre autres sphères.

MM. Rouché et Mannheim présentent quelques observations à ce sujet.

M. Bert fait une communication sur l'action du venin des Scorpions.

MM. Sainte-Claire Deville, Troost et Fernel proposent de donner à M. Ré-sal, ingénieur des mines à Besançon, le titre de membre correspondant.

La première section nomme une commission composée de MM. de la Gournerie, Rouché, Transon, Yvon Villarcéau, Mannheim, pour présenter un candidat en remplacement de M. Lechâtelier, devenu membre honoraire.

M. Laussedat donne lecture d'une notice sur la vie et les travaux de M. Froment.

Contributions à l'étude des venins, par M. Paul Bert.

1^o *Venin de Scorpion.* — Les Scorpions avec le venin desquels ont été faites sur des Grenouilles les expériences que je vais rapporter appartiennent à l'espèce *Sc. occitanus*.

Je les dois à l'obligeance de mon ami M. le Dr Léon Vaillant, qui les a pris en Égypte, à Suez, pendant l'hiver (janvier-avril) de 1864 ; tués, puis desséchés immédiatement au soleil, ces animaux ont été enfermés dans un flacon bien bouché. Leur venin a ainsi gardé, jusqu'à ce jour, des propriétés toxiques toujours fort énergiques.

En effet, la vésicule caudale d'un Scorpion long de 0^m,06 à 0^m,07 contient en moyenne assez de venin pour tuer rapidement deux ou trois Grenouilles. Le procédé employé dans les

expériences est des plus simples; il consiste à introduire sous la peau de la Grenouille une partie d'une vésicule, qui s'humecte et dont la matière active, dissoute, est rapidement absorbée.

L'action locale du venin paraît se réduire à une douleur assez faible; il n'y a du reste aucune enflure.

Au bout d'une heure environ (quelquefois plus, rarement moins) la Grenouille éprouve des convulsions cloniques très-comparables à celles de la strychnine; les jambes sont fortement tendues; le corps se roidit jusqu'à présenter une concavité sur sa face dorsale. Ces convulsions semblent douloureuses, car j'ai entendu une Grenouille pousser des cris quand elles se produisaient.

Ces convulsions se répètent à plusieurs reprises, par séries que séparent des intervalles de calme; dans ces intervalles, il est manifeste que la sensibilité est conservée, mais déjà l'animal paraît beaucoup moins disposé à fuir ou capable de fuir la douleur.

Pendant les périodes de calme, les excitations même violentes sont incapables de ramener les convulsions; au contraire, on les obtient assez facilement à volonté quand on agit au milieu d'une série. Il y a là une différence notable avec les convulsions de la strychnine.

Ces convulsions peuvent être très-faibles, et quelquefois manquer, dans des conditions qui n'ont pas encore été déterminées; probablement, dans ce cas, la dose du poison a été trop considérable: la même chose arrive du reste dans les empoisonnements strychniques.

Quand elles se répètent par séries, ces séries sont de moins en moins fortes, leurs intervalles de plus en plus courts, et l'animal meurt tantôt dans l'extension, tantôt dans le relâchement.

Si l'on a mis le cœur à découvert, il est facile de constater qu'aux premières convulsions de chaque série il s'arrête en diastole, l'espace de deux ou trois pulsations, quelquefois plus.

Au moment où tout signe de sensibilité a disparu, le cœur bat encore, et, quand il s'arrête ensuite, il peut être pendant quelques instants ranimé par l'excitation directe.

Le sang qu'il contient ne paraît nullement altéré; il se coagule, ses globules sont normaux. Dans un cas, je l'ai vu très-noir, mais rougissant au contact de l'air.

Les cœurs lymphatiques cessent de battre à peu près au moment de la paralysie générale. Cette paralysie est ascendante; les muscles des yeux témoignent les derniers de la sensibilité de l'animal, que l'on pince en quelque endroit du corps.

Tandis que le cœur bat encore, les muscles interrogés par l'électricité se contractent; mais leur contractilité est moindre qu'elle ne l'était avant l'empoisonnement. Les nerfs moteurs, au contraire, restent insensibles à de très-forts courants d'induction.

Si on lie tout un membre postérieur, en n'épargnant que les nerfs qui s'y rendent, les convulsions y apparaissent comme dans l'autre membre; mais le sciatique de ce côté conserve ses propriétés motrices, tandis qu'elles sont perdues du côté où le sang chargé de venin peut pénétrer jusqu'aux extrémités nerveuses.

Inversement, si l'on coupe un des nerfs sciatiques, tout étant intact du reste, les muscles auxquels se distribue ce nerf sont seuls épargnés par les convulsions; mais les propriétés motrices disparaissent chez lui comme chez les autres.

La section de la moelle épinière entre les deux paires de membres n'empêche pas les convulsions des membres postérieurs, seulement elles ne sont pas synchrones avec celles des membres antérieurs. L'action du venin est donc portée sur toute l'étendue de la moelle épinière.

Il paraît donc résulter de ces expériences que je varierai et multiplierai, que le venin de Scorpion est un poison des nerfs et qu'il tue spécialement le nerf moteur, en portant son action sur son extrémité périphérique, comme le fait le curare. Comme le curare encore, il semble qu'il laisse intacte la sensibilité; comme lui, il agit peu ou point sur le sang, le cœur, les muscles. Mais il excite, au contraire du curare, des convulsions violentes, comparables à celles de la strychnine, qui sont dues à une action sur toute l'étendue de la moelle épinière. Il me reste, entre autres questions à élucider, celle de savoir si ces convulsions sont dues à une excitation directe de la moelle épinière ou à une exagération de la sensibilité, chose peu probable, puisqu'elles ne sont pas excitables à volonté.

Notice sur les travaux de GUSTAVE FROMENT, par M. LAUSSEDAÏ.

(Lue le 3 Juin 1865.)

Froment (Paul-Gustave), né à Paris le 3 mars 1815, appartenait à une très-honorable famille originaire de Reims. Plusieurs de ses parents avaient exercé des professions qui tirent leurs principales ressources des arts mécaniques. Son grand-père était horloger, et son père avait inventé une machine à tondre le drap. Il est donc bien probable que Froment a pu, dès son enfance, voir et manier des mécaniques, dont le jeu aura éveillé son attention et excité sa curiosité. Est-ce là l'origine de cette passion irrésistible, comme il la qualifiait lui-même, pour tous les appareils qui reçoivent ou communiquent le mouvement, et auxquels l'homme semble avoir prêté une part de son intelligence? On ne saurait douter que les premiers objets qui frappent la vue et l'esprit d'un enfant n'exercent souvent une influence décisive sur la tournure de ses idées; mais pour que les résultats soient aussi saillants, aussi extraordinaires que ceux dont j'ai à présenter ici le tableau, il faut chez l'enfant une prédisposition singulière, il lui faut une étincelle du feu sacré.

Froment était né mécanicien comme d'autres sont nés poètes, et sa vocation se fût révélée, sans aucun doute, à la première occasion. Un fait extrêmement frappant et bien connu de tous ceux qui ont fréquenté l'habile artiste, c'est le besoin impérieux dont il était possédé de se tenir au courant de toutes les inventions qui touchaient à la mécanique. À peine avait-il entendu parler d'un nouveau moteur d'une disposition ingénieuse d'organes, qu'aussitôt, et le plus souvent sans en attendre la description détaillée, il se mettait à l'œuvre et réalisait l'idée avec autant de soin, quelquefois avec plus de bonheur que l'inventeur lui-même. L'amour de l'art poussé à ce point est si rare que je ne sais si l'on trouverait à en citer un second exemple.

Quoi qu'il en soit, la patience intelligente et l'adresse merveilleuse de Froment, j'allais dire sa réputation de mécanicien, datent de son extrême jeunesse. Ses anciens camarades de Sainte-Barbe et du collège Louis le Grand se souviennent avec admiration des horloges qu'il construisait avec du carton et des morceaux de bois, sans autre outil que son couteau ou son canif. Entre ses mains, ces matériaux sans valeur se façonnaient en rouages d'une incroyable perfection, et quand toutes les pièces étaient ajustées, chacun pouvait vérifier l'exactitude vraiment surprenante des indications de ces ingénieux joujoux.

La description de la première horloge de Froment serait incomplète

si j'omettais de dire que le moteur était un formidable dictionnaire grec, agissant de tout son poids sur le rouage, et que la régularité de sa marche était assurée, à l'immense satisfaction d'un jeune et malicieux public, par la cadence d'un *Gradus ad Parnassum* oscillant au bas d'une règle.

Lorsque les œuvres de Froment, devenues des chefs-d'œuvre, furent classées au premier rang, aussi bien pour le fini du travail que pour le mérite de l'exécution, l'excellent artiste montrait avec une sorte d'émotion qui n'était pas sans orgueil un de ces modestes mécanismes en bois et en carton qui donnait, en même temps que l'heure, le jour de la semaine, le quantième du mois et l'âge de la lune.

En 1833, Froment, encore collégien, ayant vu la machine de Pixii, composée d'un aimant en fer à cheval qui tourne vis-à-vis d'un électro-aimant, conçut l'idée de son premier électro-moteur, qu'il construisit aussitôt les vacances arrivées. Il avait alors dix-huit ans, et il ignorait certainement que Jacobi venait d'imaginer une machine analogue. Il débutait, on le voit, par un coup de maître.

Exécuté d'abord avec les moyens les plus rudimentaires, l'électromoteur dont Froment devait s'occuper toute sa vie reçut de ses mains, dès cette époque, plusieurs modifications importantes, et, en se présentant en 1835 à l'École polytechnique, le jeune inventeur soumettait les dessins de sa machine à son savant examinateur, M. Liouville, qui sut tout aussitôt en apprécier le mérite.

Je ne pourrai pas toujours adopter l'ordre chronologique dans l'exposé rapide des travaux de notre confrère, mais il m'a paru intéressant de le suivre dans ses premiers essais et de tâcher de deviner ce qui se passait dans cet esprit curieux et réfléchi à la fois, dont je voudrais essayer de faire ressortir la vive et puissante originalité.

Les études scientifiques de Froment avaient été fortes, à en juger par les nombreux ouvrages de mathématiques qui figurent dans sa bibliothèque, et qui sont autant de prix obtenus au collège. Mais là comme à l'École polytechnique, comme plus tard dans son atelier, les mathématiques n'étaient pour lui qu'un instrument de plus, instrument dont il connaissait la haute valeur, et auquel il devait une grande partie de sa supériorité sur les autres artistes, mais dont l'abstraction ordinaire était peu compatible, en définitive, avec une imagination sans cesse attirée vers les applications immédiates. Aussi, parmi les cours de l'École polytechnique, s'attachait-il surtout à ceux qui, comme la physique, la chimie, la mécanique, offraient un aliment à sa curiosité et le mettaient à même d'exercer son incomparable adresse. Il négligea donc un peu l'analyse pure et, son extrême timidité aidant, il ne passa que d'assez médiocres examens de sortie. Mais il était bien loin pour cela d'avoir perdu son temps, et je puis donner deux preuves

plus que suffisantes de l'activité de son esprit inventif, fécondée par les leçons de ses professeurs.

Un modèle très-bien gravé de la machine à vapeur de Watt figurait au nombre des dessins remis aux élèves de l'École. Après en avoir entendu la description donnée par Savary, Froment ne se contenta pas, comme tous les autres, de chercher à se rendre compte du jeu des différents organes, en se reportant de la légende explicative au dessin; il voulut *voir marcher* la machine, et pour cela, il se mit à découper le modèle en une foule de morceaux, complétant ceux qui se trouvaient tronqués par les superpositions, et ajustant le tout au moyen de broches et de brides en fil de fer. Il lui suffit ensuite d'adapter une petite manivelle à l'arbre, et les pistons, les bielles et les tiroirs de manœuvrer, comme si la vapeur eût réellement circulé dans les cylindres.

Cet essai a été depuis imité pour beaucoup d'autres machines, et bien des personnes ont touché et fait fonctionner ces modèles instructifs, sans se douter que l'idée qui a présidé à leur construction appartenait à un écolier.

La seconde preuve que j'ai à fournir est beaucoup plus extraordinaire, mais le fait est incontestable, et je ne dois pas le passer sous silence. Froment a touché à la découverte de la photographie.

Quand une grande invention comme celle dont je parle est entrée dans le domaine public, il est assez ordinaire d'entendre dire qu'elle était déjà connue, qu'elle avait été faite à une époque bien antérieure, etc. N'a-t-on pas prétendu que le procédé de Daguerre avait été retrouvé dans les manuscrits des moines du mont Athos, et Fénélon ne parle-t-il pas quelque part, sans y croire à la vérité, dans ses charmantes fables, de portraits obtenus en faisant regarder les personnages dans de certains miroirs?

D'autres, adoptant l'opinion diamétralement opposée, croient volontiers que l'inventeur a tout fait, tout découvert, comme si ce n'était pas assez d'avoir su lever les difficultés, jugées jusqu'alors insurmontables.

En ce qui concerne la photographie (et en dépit des assertions contraires d'un physicien illustre, sir David Brewster), Niepce et Daguerre ont eu incontestablement cette gloire; mais le problème était posé et ne pouvait manquer d'être bientôt résolu. Froment était un de ceux qui s'en occupaient le plus activement, et une fois mis sur la voie, avec sa persévérance et son ingéniosité ordinaires, personne ne doutera qu'il ne fût capable d'arriver l'un des premiers. Voici d'ailleurs des faits qui sont authentiques.

Quelque temps après sa sortie de l'École polytechnique, notre confrère était allé en Angleterre dans le but d'y étudier la grande mécanique industrielle. Pendant ses loisirs, et principalement les dimanches, si difficiles à passer chez nos voisins, il répétait quelques expériences

de physique et de chimie, construisait des microscopes ordinaires et des microscopes solaires, et de même qu'il avait voulu faire mouvoir des dessins de machines, il avait le plus vif désir de conserver, de fixer les images fugitives projetées sur son écran.

Les propriétés des sels d'argent qu'il avait entendu exposer par M. Dumas l'avaient beaucoup frappé; il avait reproduit ces impressions de dentelles, de feuilles délicates, d'ailes d'insectes appliquées sur du papier recouvert de chlorure d'argent que l'on employait pour manifester l'action rapide de la lumière sur cette substance. Il les avait même *fixées*; mais de là à obtenir les images aériennes de la chambre obscure, il y avait encore une grande distance. Froment n'essaya pas moins de la franchir, et, le 9 janvier 1839, il communiquait les résultats, encore imparfaits sans doute, mais déjà bien remarquables de ses recherches à ce sujet, à la Société philosophique de Manchester.

On sait que c'est seulement au mois d'octobre de la même année que le procédé de Daguerre fut rendu public. Froment était alors de retour à Paris; il assistait à la séance de l'Académie des sciences, où Arago décrivit ce procédé : sans attendre la fin des explications de l'illustre secrétaire perpétuel, il courait chez lui, rue du Bouloi, et tout haletant, malgré le jour qui faiblissait, il obtenait le soir même une épreuve. Il est donc bien probable, on pourrait dire certain, que notre confrère a été le premier à répéter l'expérience devenue depuis lors si populaire, bien que dans les premiers temps elle parut assez difficile à réaliser avec un plein succès.

A la vérité, avant de se rendre à la séance de l'Académie, Froment avait tout disposé. Sa chambre obscure et les ingrédients même dont il prévoyait avoir à se servir étaient préparés. Mais n'est-ce pas là précisément la meilleure preuve que le sagace opérateur était lui-même à la veille d'atteindre le but?

Si je ne craignais pas de donner à cette notice le caractère anecdotique, alors qu'il me reste à parler de tant de choses importantes, je montrerais Froment au foyer de la famille anglaise chez laquelle il vivait à Manchester, employant ses soirées à fabriquer pour les enfants de ses hôtes, avec des débris de tôle et de cuivre, de délicieuses petites locomotives qui couraient sur des rails de fil de fer fixés au plancher, en imitant toutes les allures de ces grandes machines qui faisaient chaque jour le trajet de Birmingham, et qui sortaient des ateliers dont Froment suivait les travaux. J'aurais bien d'autres traits analogues à ajouter à celui-là, mais je dois renoncer au plaisir de les rapporter pour revenir au côté sérieux de la carrière de notre confrère.

Le projet de Froment avait été de fonder, à son retour en France, un atelier de construction pour les machines à vapeur. Les difficultés

matérielles qu'il rencontra dans cette voie, à une époque où les sociétés industrielles étaient beaucoup plus rares qu'aujourd'hui, le rendirent, heureusement pour la science, à la mécanique délicate des instruments de précision.

Il entra en 1840 dans l'atelier de Gambey, avec l'intention de s'adonner à la construction des instruments d'astronomie et de géodésie.

Là, il apprit à manier les outils et tous les secrets de l'art d'ajuster des pièces dont les mouvements approchent autant que possible de la rigueur géométrique. Quelqu'un, je crois, l'a déjà dit avant moi, l'école était excellente et l'élève était digne du maître; cependant, en quittant Gambey, Froment ne songea pas sérieusement à marcher sur ses traces, et l'établissement qu'il créa ne tarda pas à prendre un caractère tout spécial. Les voies frayées n'étaient pas celles qui convenaient à cette nature prime-sautière.

Je ne sais si je me trompe, mais il me semble que les premiers pas de Froment dans la carrière de l'invention montrent clairement la tendance de son esprit. La vapeur, l'électricité, la photographie, toutes ces grandes nouveautés le captivent; il sent que ces agents puissants ou d'une exquise sensibilité n'attendent que d'être habilement guidés pour obéir admirablement et rendre d'immenses services à l'homme. La vapeur, j'ai dit pourquoi Froment avait dû renoncer à s'en occuper, la photographie, tout le monde s'y mettait, et d'ailleurs le plus fort était fait. Restait l'électricité, et c'est vers ses applications que notre confrère a plus particulièrement tourné ses efforts. Sa rare sagacité, sa patience à toute épreuve, semblaient l'avoir prédestiné à l'éducation de cet agent subtil et encore imparfaitement dompté, dont il a en effet contribué plus que personne à faire un serviteur docile, on pourrait presque dire intelligent.

En 1843, c'est-à-dire à son début comme constructeur, Froment fit un des premiers télégraphes à cadran que l'on ait vus en France. Bientôt après il exécuta un moteur électrique beaucoup plus parfait que celui qu'il avait ébauché dix ans auparavant, et il l'utilisa aussitôt à la fabrication régulière des fils métalliques entourés de soie ou de coton employés à la construction des bobines d'électro-aimants et aux autres usages de la télégraphie électrique.

Un peu plus tard, en 1845, il conçut et exécuta un télégraphe à signaux conventionnels analogue sous certains rapports au télégraphe américain de Morse. Le manipulateur était un disque auquel on faisait parcourir des arcs plus ou moins étendus, et le récepteur était une bande de papier qui se déroulait uniformément. Les signaux étaient formés de zigzags dont le nombre désignait la lettre correspondante de l'alphabet et qui étaient tracés par un crayon dont le mouvement alternatif était produit par un électro-aimant. La pointe de ce crayon était sans cesse ravivée à l'aide d'un artifice des plus ingénieux et

continuait à tracer sans interruption avec la même netteté. Le télégraphe à clavier, dont le brevet a été cédé vers 1854 par Froment à un de ses confrères, remonte à la même époque, ainsi que le télégraphe à cadran, de grandes dimensions, dont on se sert dans les cours publics pour faire comprendre le principe général de la télégraphie électrique à un nombreux auditoire.

Un autre appareil de démonstration de la transmission télégraphique dont Froment aimait à faire les honneurs quand on visitait son cabinet se composait d'un carillon dont les timbres étaient assez nombreux pour permettre d'exécuter des morceaux de musique faciles.

Dès les premiers temps où l'habile constructeur s'était vu en possession de ces moyens si commodes de communication, il en avait fait usage pour établir entre la maison qu'il habitait et celle de son père, qui en était peu éloignée, des fils qui lui servaient d'une part à correspondre avec sa famille à l'aide d'un télégraphe, et de l'autre à faire marcher des horloges mises en relation avec son régulateur. Je remarque, à cette occasion que, si les horloges électriques qui fonctionnent actuellement dans un grand nombre de villes, en France et à l'étranger, ne sont pas installées, et ne l'ont pas été tout d'abord à Paris, cela n'a pas dépendu de Froment, qui, depuis la date que je viens de citer, avait proposé à l'administration de se charger de cette entreprise.

Tout le monde a entendu dans les gares des chemins de fer les sonneries électriques qui fournissent aux employés des avertissements concernant la marche des trains, et qui sont de la plus grande importance pour la sécurité des voyageurs. Ces sonneries *trembleuses*, comme on les nomme, sont une application immédiate de l'interrupteur électrique à vibrations sonores décrit en 1846 par Arago devant l'Académie des sciences, et qui est une des plus utiles inventions de Froment.

Les autres applications de ce même appareil sont nombreuses; mais elles peuvent être caractérisées d'un seul mot, en comparant l'interrupteur à une *sonde* qui permet de constater par l'ouïe la présence de courants dont nos autres sens seraient impuissants à reconnaître l'existence.

Arago, voulant mettre à profit l'habileté de Froment à manier l'électricité, l'avait chargé de résoudre un problème qui intéresse beaucoup les astronomes. On sait que, pour voir, pendant la nuit, les fils placés au foyer d'une lunette astronomique, il faut éclairer l'intérieur, le champ de cette lunette sur lequel les fils se détachent par vision négative. Or, cet éclairage du champ présente des inconvénients sérieux, notamment dans l'observation des astres peu lumineux, comme les comètes, les nébuleuses, les très-petites étoiles qui pâlissent et disparaissent même sur le fond le moins éclairé.

Il serait bien préférable que les fils eux-mêmes devinssent lumi-

neux et que le champ restât obscur. C'est ce que l'on parvient à réaliser en employant des fils de platine qui deviennent incandescents par le passage d'un courant voltaïque.

Froment exécuta pour l'une des lunettes équatoriales de l'Observatoire un réticule qui répondait parfaitement au but proposé. Le fil équatorial et le fil mobile que l'on amène, le premier sur l'étoile de comparaison, et le second sur le point de l'astre dont on veut déterminer la position dans le ciel, pouvaient être éclairés indépendamment l'un de l'autre. L'observateur n'avait pour cela qu'à toucher des boutons d'ivoire placés auprès de l'oculaire de la lunette, et la pression exercée sur ces boutons réglait l'intensité lumineuse des fils. Ceux-ci se dilataient sous l'influence de l'élévation de la température, mais ils n'en restaient pas moins parfaitement rectilignes, grâce à des ressorts d'une ténuité extrême sous l'action desquels ils étaient constamment tendus. J'ignore pourquoi l'usage de ce précieux petit appareil n'a pas été conservé, comme il me semble qu'il eût mérité de l'être (1).

En citant tout d'abord les travaux et les recherches qui appartiennent en propre à Froment dans cette branche de la physique qu'il cultivait avec prédilection, je me suis abstenu de décrire les modèles variés de moteurs électriques et les machines en miniature qu'ils servaient à faire marcher.

Il faut voir toutes ces merveilles dans le cabinet même où leur auteur les avait réunies comme dans un musée consacré aux applications de l'électricité dynamique, et où elles sont religieusement conservées.

Je dois maintenant rappeler que l'active collaboration de Froment a beaucoup contribué à la mise au jour de plusieurs inventions remarquables qui ont encore pour principe l'électricité.

Tels sont : le métier Bonelli, employé à tisser les étoffes de soie à deux ou plusieurs couleurs ; — le télégraphe Caselli, au moyen duquel on transmet l'écriture originale, et même toute espèce de signes ou de dessins exécutés à l'encre ordinaire sur le premier papier métallique venu, fût-ce la feuille d'étain qui enveloppe une tablette de chocolat ; — le télégraphe imprimant de M. Hughes, dont l'usage tend à devenir général ; — la machine dite *electro-trieuse*, destinée à séparer le minerai de fer des corps étrangers qui l'accompagnent, et dont l'idée première, si mes informations sont exactes, appartiendrait à M. Chesneau ; — le pendule électro-mobile, construit d'après le principe de M. Foucault ; — des essais de lumière électrique faits en

(1) J'ai su depuis que ceci est écrit, par M. Wolf, astronome de l'observatoire de Paris, que Brunner, cet autre grand artiste si regrettable, était parvenu à éclairer des fils d'araignée, qui deviennent alors préférables aux fils de platine.

commun avec ce savant physicien ; — un chronographe au moyen duquel MM Schultz et Lissajous ont mesuré la vitesse d'un projectile dans l'âme de la pièce et sur toute l'étendue de sa trajectoire.

Je pourrais encore citer plusieurs instruments de physique amusante que Froment n'avait pas dédaigné de construire pour Robert Houdin et pour son émule Robin, chez lequel on peut voir une table savante qui laisse bien loin derrière elle les tables parlantes les mieux inspirées.

L'atelier de Froment renferme encore une foule de pièces commencées, d'inventions mises à l'étude pour le compte de savants français ou étrangers, de riches particuliers (les agents de change, par exemple, lui avaient demandé une sorte de compteur destiné à faire apparaître instantanément des nombres utiles à leurs opérations à la Bourse); enfin pour le compte de l'Empereur lui-même, qui est retourné plusieurs fois visiter l'établissement du laborieux artiste, parvenu, un peu à son insu et en dépit de son extrême modestie, à une célébrité d'ailleurs si bien méritée.

Cette célébrité, il la devait sans doute principalement à la part considérable qu'il avait prise au développement d'une branche d'industrie entièrement due aux admirables progrès de la physique, mais elle était fondée en outre, et non moins justement, sur son aptitude pour les arts de précision en général.

Il est peu de personnes qui n'aient entendu parler, par exemple, des dessins et des écritures microscopiques exécutés par notre confrère. Je n'en crois pas moins devoir indiquer ici quelques nombres qui pourront étonner les micrographes eux-mêmes. Ainsi, Froment était parvenu, et je crois qu'il est le seul, à diviser un dixième de millimètre en cent parties égales parfaitement nettes et distinctes sous un fort grossissement.

En 1851, lors de la première exposition universelle, il avait offert à la reine Victoria une petite plaque de verre recouverte d'une feuille de métal laissant seulement une ouverture d'un millimètre de diamètre, à travers laquelle on voyait, sous le microscope, les armes d'Angleterre avec leurs devises et une dédicace en anglais de l'auteur à la reine.

Par quels moyens Froment opérait-il ces miracles? Quelle pointe de diamant pouvait être assez fine pour les buriner sur le verre? Ses amis connaissaient bien sa charmante petite machine à tracer les micromètres, conduite par un moteur électrique, et qui tenait si peu de place sur sa table de travail. Mais personne, que je sache, n'avait vu sa machine à écrire ni celle qui lui servait à tailler les pointes de diamant. C'est que notre excellent artiste, ordinairement très-expansif, avait aussi ses accès de discrétion, et n'aimait à montrer que des choses achevées. Or les deux machines dont je parle étaient toujours à l'étude,

bien qu'elles puissent fonctionner. Le gendre de Froment, M. le capitaine Dumoulin, les a heureusement retrouvées, et telles qu'elles sont, il pourrait les employer; mais il regarde comme un devoir de les exécuter définitivement et avec tout le soin que son beau-père y eût apporté lui-même (car en ce moment ce sont de simples modèles en bois et en fil de laiton). Maintenant on me croira sans peine quand je dirai que Froment avait d'excellentes machines à diviser la ligne droite et le cercle, et qu'il a livré au commerce, tant en France qu'à l'étranger, non-seulement des étalons irréprochables, mais même des machines à copier le mètre, des comparateurs, etc. C'est ainsi que les gouvernements qui ont adopté le système métrique décimal ou qui se proposent de l'adopter lui ont fait successivement d'importantes commandes de poids et de mesures types qu'il a exécutés avec les soins les plus minutieux.

En parlant des machines à diviser de Froment, j'aurais dû dire qu'il y avait appliqué depuis longtemps le principe des ordonnées rectificatives, et introduit plusieurs autres perfectionnements de détail que je ne saurais exposer ici.

Je ne pourrais pas davantage entreprendre la description de son atelier, ou pour mieux dire de son usine, dont l'outillage entier a été conçu et construit par lui ou sur ses dessins. Une parole plus autorisée que la mienne en ces matières doit bientôt faire connaître complètement l'établissement industriel de Froment et apprécier son rôle dans l'histoire des arts de précision, de ces arts auxquels les sciences d'observation doivent elles-mêmes une si grande part de leurs progrès.

Je ne saurais toutefois à ce propos me dispenser de rappeler le concours si précieux que Froment a prêté aux deux éminents physiciens, MM. Fizeau et Foucault, qui n'ont pas reculé devant l'idée de mesurer la vitesse de la lumière sur une base terrestre, et le dernier même sur une base de quelques mètres. Pour accomplir ce prodige, M. Foucault avait besoin d'une petite turbine dont l'axe portant un miroir pût faire jusqu'à mille tours par seconde; quel autre artiste que Froment eût seulement tenté d'exécuter un pareil chef-d'œuvre?

C'est encore par lui que M. Foucault a pu faire réaliser ses instruments gyroscopiques si délicats, si difficiles à mettre en expérience, et qui pour fonctionner exigent une précision vraiment mathématique.

Je m'arrête, Messieurs, non que j'aie tout dit sur l'homme rare que nous avons perdu, mais parce que je ne saurais suffire à cette tâche. Permettez-moi seulement d'ajouter que le prodigieux talent auquel Froment devait sa réputation était le fruit d'un travail incessant qui n'a pas peu contribué à abrégé son existence. Après les longues journées passées à conduire son atelier, et aux mille autres soins que réclame la direction d'un grand établissement industriel, notre confrère

s'enfermait dans son cabinet et commençait, disait-il, à travailler. Sa porte était alors rigoureusement interdite; il ne voulait se laisser distraire par aucune visite, par aucune affaire, et là, l'esprit tendu, sans songer à la fatigue, il lui est arrivé bien souvent de prolonger ses veillées jusqu'à l'aube. Ce régime excessif de travail joint à une constitution naturellement délicate, de nombreux soucis (car les hommes d'étude n'en sont pas plus exempts que les autres) ont épuisé les forces de Froment, qui est mort en février dernier, dans la maturité de l'âge et dans toute la vigueur de son génie.

J'ai eu le bonheur de jouir de l'intimité de cet excellent homme et c'est un devoir bien doux pour moi de rendre à sa mémoire ce témoignage que jamais je ne lui ai entendu exprimer pour les autres que des sentiments de bienveillance. Absolument étranger aux mauvaises passions qui déparent quelquefois les plus beaux talents, il avait au plus haut degré le sentiment et l'amour du bien.

Oublieux de lui-même, il était toujours prêt à rendre service non-seulement à ses amis, mais à tous ceux qui, au nom de la science, faisaient appel à ses lumières et à son expérience consommée.

Séance du 10 Juin 1865.

PRÉSIDENCE DE M. D'ALMEIDA.

M. Gris fait une communication sur la signification morphologique de la fleur femelle des Conifères et des Cycadées, et conclut qu'elle doit être regardée non comme un ovaire contenant un ovule nu, mais comme un ovule revêtu de la secondine.

M. de la Gournerie fait une première communication: sur une surface réglée du huitième ordre, qui possède quatre lignes doubles du second ordre; et une seconde: sur une surface réglée du huitième ordre dont toutes les génératrices sont tangentes à quatre cônes du second ordre.

M. Bert expose ses recherches sur l'histoire du venin de l'Abeille *Xylocope* (*Apis violacea*, Lin.).

M. Alix indique chez les Sarigues et les Kangourous une disposition spéciale de l'articulation femoro-tibio-péronienne qui se rapproche de celle des Oiseaux et paraît en rapport avec la station spéciale à ces Mammifères.

MM. Alph. Milne-Edwards, Léon Vaillant et M. Alix présentent M. Alexandre Agassiz au titre de membre correspondant.

La Société se forme en comité secret pour entendre le rapport fait au nom de la première section par M. Rouché pour l'élection d'un membre en remplacement de M. Lechatelier devenu membre honoraire. La commission propose comme candidats :

En 1^{re} ligne M. Picard ;

En 2^e ligne M. Simon.

Remarque sur la fleur femelle des Conifères et des Cycadées,
par M. Arthur Gris.

Les corps qui, dans les inflorescences femelles des Conifères et des Cycadées, deviendront plus tard des graines, ont été et sont encore diversement interprétés par les botanistes. Les uns, et ce sont les plus nombreux, regardent ces corps reproducteurs comme des ovules nus consistant en un mamelon cellulaire (nucelle) enveloppé d'un sac membraneux. Les autres les considèrent comme de véritables pistils dont le mamelon cellulaire interne serait le véritable ovule réduit à son nucelle. Des recherches organogéniques faites dans ces dernières années en France et en Allemagne, dans le but de trancher la question, ont conduit leurs auteurs à des conclusions complètement opposées.

Je demande à la Société la permission de lui soumettre à ce sujet une simple remarque qui me paraît de nature à appuyer l'une des deux opinions qui demeurent en présence. Je le fais avec d'autant plus de confiance que M. Brongniart a donné à cette remarque tout le crédit de sa parole dans une de ses dernières leçons au Muséum d'histoire naturelle.

Si l'on considère quelle est la structure du corps reproducteur dont il s'agit ici, on peut aisément s'assurer que le mamelon cellulaire interne qu'il présente est soudé souvent jusqu'à moitié de sa hauteur avec l'enveloppe tégumentaire. Or, une semblable adhérence ne se présente point *entre l'ovule et la paroi ovarienne* des plantes angiospermes à ovaire uniovulé. Par contre, elle peut se rencontrer *entre le nucelle et le tégument* qui l'enveloppe immédiatement dans l'ovule de ces mêmes plantes. J'ai fait voir en effet, dans mon travail *sur le développement de la graine de Ricin*, que la secondine et le nucelle de

cette graine avant la fécondation ne deviennent libres qu'à peu près à moitié de leur hauteur, c'est-à-dire que ces deux parties ne forment dans leur moitié inférieure qu'une masse unique.

Cette différence de structure entre les ovaires uniovulés des plantes angiospermes et les corps reproducteurs des plantes gymnospermes, c'est-à-dire des Conifères et des Cycadées; cette identité ou cette grande analogie d'organisation de ces corps reproducteurs avec les ovules de certaines plantes angiospermes ne semblent-elles pas constituer un argument de quelque valeur en faveur de l'opinion qui considère ces corps reproducteurs comme de simples ovules nus?

Sur une surface réglée du huitième ordre dont toutes les génératrices sont tangentes à quatre cônes du second ordre,
par M. de la Gournerie.

J'ai soumis tout récemment au jugement de l'Académie des sciences un mémoire sur une surface réglée du huitième ordre qui possède quatre lignes doubles du second ordre. La plupart des relations que j'ai établies sont de la nature de celles que l'on appelle *descriptives*, et par suite on peut obtenir sans difficulté un assez grand nombre de théorèmes relatifs à la surface corrélative. Toutefois cette surface devra être l'objet de recherches spéciales. Je me bornerai, quant à présent, à indiquer son mode de génération et quelques-unes de ses propriétés.

Je dois rappeler que, d'après un théorème de M. Cayley, deux surfaces réglées corrélatives sont du même ordre.

1. Considérons deux cônes du second ordre mais d'ailleurs quelconques δ , δ' ; appelons (e) et (f) les plans qui passent par la droite d sur laquelle sont les sommets de δ et de δ' , et qui sont conjugués par rapport à l'un et à l'autre de ces cônes; concevons deux faisceaux homographiques de plans ayant la droite d pour arête commune, et tels que (e) et (f) en soient les plans doubles; déterminons les plans polaires (a) et (b) de la droite d par rapport à δ et à δ' ; prenons respectivement les

traces des deux faisceaux sur les plans (a) , et (b) ; menons par un rayon sur le plan (a) des plans tangents au cône δ , et par un rayon sur le plan (b) des plans tangents au cône δ' : le lieu des intersections de ces plans est une surface du huitième ordre à laquelle les cônes δ et δ' sont doublement circonscrits, et dont les génératrices sont tangentes à deux autres cônes du second ordre δ'' , δ''' ; les sommets de ces nouveaux cônes sont aux points où se coupent les plans (e) , (a) , (b) d'une part, (f) , (a) , (b) de l'autre.

J'appellerai (σ) la surface obtenue par le mode de génération qui vient d'être exposé.

2. Il y a un parallélisme complet entre les propriétés des quatre cônes δ , δ' , δ'' , δ''' . Les deux derniers sont, comme les premiers, doublement circonscrits à la surface (σ) ; trois quelconques des plans (a) , (b) , (e) , (f) sont conjugués par rapport au cône qui a son sommet à leur point d'intersection.

3. Deux quelconques des quatre cônes peuvent servir à la génération de la surface, pourvu que la droite qui joint leurs sommets soit prise pour arête de deux faisceaux homographiques convenables. Il existe ainsi pour les six arêtes du tétraèdre formé par les sommets des cônes six couples de faisceaux qui ont entre eux des relations très-simples.

Deux faisceaux homographiques, ayant une même arête, sont déterminés quand on connaît d'abord les plans doubles, ensuite le rapport enharmonique de ces plans et de deux plans homologues quelconques. Les rapports enharmoniques pour trois arêtes d'une même face du tétraèdre formé par les sommets des cônes ont entre eux les mêmes relations que les trois rapports enharmoniques de quatre points en ligne droite. Les rapports pour deux arêtes opposées sont égaux. Je suppose que l'on a composé ces rapports en prenant les plans dans un même ordre.

4. Les plans tangents menés à trois cônes du sommet du quatrième se coupent trois par trois, suivant quatre droites, qui sont des génératrices de la surface. Chaque sommet du tétraèdre est par conséquent un point quadruple.

5. Les faisceaux homographiques qui ont la droite d pour arête commune présentent une indétermination. Si nous les faisons varier en conservant les cônes circonscrits δ , δ' , les deux autres cônes se modifieront sans que leurs sommets

changent de position. Les surfaces que l'on obtient ainsi ont deux à deux leurs génératrices tangentes aux mêmes cônes δ'' , δ''' ; comme d'ailleurs δ et δ' leur sont circonscrits à toutes, on voit qu'il existe pour chacune d'elles une surface compagne ayant les quatre mêmes cônes doublement circonscrits.

6. Quand les rayons homologues des faisceaux sur les plans (a) et (b) sont les polaires d'un même plan passant par la droite d , par rapport à δ et à δ' , la surface devient développable et se confond avec la surface compagne. Les quatre cônes se coupent alors suivant une même courbe du quatrième ordre, arête de rebroussement de la développable (1).

7. Les traces des quatre cônes doublement circonscrits à la surface (σ) sur les plans des faces respectivement opposées à leurs sommets dans le tétraèdre formé par ces points appartiennent, comme coniques doubles, à deux surfaces réglées du huitième ordre; de sorte que toute droite qui rencontre trois de ces courbes a un point sur la quatrième.

Réciproquement lorsque quatre coniques sont rencontrées par toutes les génératrices d'une surface réglée, les cônes qui ont ces courbes pour directrices et dont les sommets sont respectivement aux sommets opposés du tétraèdre formé par leurs plans, sont touchés par toutes les génératrices de deux surfaces (σ).

8. La surface (σ) possède sur chaque face du tétraèdre formé par les sommets des cônes, une ligne double du quatrième ordre ayant trois points doubles aux trois sommets situés sur cette face.

La surface a, de plus, une ligne nodale gauche du quatrième ordre.

Ces résultats ont déjà été obtenus par M. Chasles pour le cas où la surface est développable. La courbe nodale gauche est alors l'arête de rebroussement.

9. Une surface (σ) est coupée suivant huit droites par les surfaces du second ordre qui contiennent sa ligne nodale gauche.

(1) Plusieurs géomètres se sont occupés de cette développable. Je citerai principalement M. Chasles: *Propriétés des courbes à double courbure du quatrième ordre provenant de l'intersection de deux surfaces du second ordre*. (Comptes rendus, 1^{er} semestre, 1862.)

Quand des surfaces du second ordre passent par une même courbe gauche du quatrième ordre, elles sont coupées suivant huit droites par une infinité de surfaces (σ) qui ont toutes cette courbe pour ligne nodale gauche. Les cônes doublement circonscrits à ces surfaces ont leurs sommets à quatre points fixes qui sont les sommets du tétraèdre conjugué aux surfaces du second ordre. Une des surfaces (σ) est développable; elle a pour arête de rebroussement la courbe nodale commune.

10. Quand les plans tangents menés aux cônes δ et δ' par la droite d sont homologues dans les faisceaux homographiques, les cônes δ'' et δ''' sont remplacés chacun par deux droites, et la surface (σ) par deux surfaces du quatrième ordre auxquelles ces droites appartiennent respectivement comme directrices rectilignes doubles.

La droite d est une génératrice double pour chacune des deux surfaces du quatrième ordre. Tout plan qui la contient coupe leur système suivant deux coniques.

11. Quand les faisceaux homographiques coïncident, l'arête du tétraèdre opposée à d est une directrice quadruple qui remplace les cônes δ'' et δ''' .

Quand les plans (e) et (f) sont imaginaires, la surface ne possède que deux cônes doublement circonscrits.

La surface proprement dite s'abaisse au sixième ordre quand la droite d est une génératrice de l'un des cônes, et au quatrième ordre lorsqu'elle appartient aux deux surfaces. Dans ces deux cas, il faut considérer directement les faisceaux homographiques de droites sur les plans (a) et (b).

Contributions à l'étude des venins, par M. Paul Bert.

2° *Venin d'Abeille Xylocope (Apis violacea, Linn.)*. — Le venin de Xylocope possède une action énergique; les piqûres faites par deux de ces Insectes, et dans des conditions assez défavorables, à un jeune Moineau, suffisent pour le tuer en trois heures. Mais les Grenouilles, même en cette saison, sont assez peu sensibles à ce venin; une douzaine de ces grosses Abeilles,

piquant en plein muscle, la peau enlevée, ne peuvent tuer une Grenouille qu'en quatre heures et demie au moins.

Sur tous ces animaux, les symptômes sont identiques :

Douleur vive, ecchymose et lividité locales, difficulté et même impossibilité pour l'animal de se servir du muscle piqué ;

Ralentissement lent et progressif des mouvements ; pas de convulsions, pas d'agitation ; l'animal peu à peu se paralyse et agit de moins en moins lorsqu'on l'excite, tout en paraissant conserver jusqu'à son dernier moment son intelligence et sa sensibilité. Les mouvements respiratoires deviennent de très-bonne heure lents et difficiles.

Le cœur continue à battre, la respiration étant arrêtée, et l'animal meurt dans la flaccidité la plus complète.

Après la cessation complète des mouvements respiratoires, les muscles interrogés par l'électricité se contractent encore, hormis ceux qui ont été touchés directement par le venin ; les nerfs moteurs agissent encore sur eux ; le pneumogastrique peut arrêter le cœur.

On ne peut obtenir de mouvements réflexes dans un membre en excitant le sciatique du côté opposé, mais on en obtient en touchant directement les racines spinales postérieures.

Au reste, ces propriétés des muscles et des nerfs sont déjà fort affaiblies quand tout mouvement volontaire a cessé ; mais elles existent encore : si, en effet, au moment où l'animal peut à peine remuer, on l'empoisonne avec de la strychnine, on obtient de violentes convulsions.

Il ne semble donc pas que ce venin agisse sur le système musculaire et le système nerveux sensitif ou moteur. La cause prochaine de la mort paraît être l'asphyxie, car le sang est noir dans les vaisseaux. En rapprochant ce fait de la difficulté qu'éprouve de très-bonne heure l'animal à respirer, on pourrait être conduit à penser que le venin porte son action sur cette partie des centres nerveux qui préside aux mouvements respiratoires.

On pourrait encore croire que le venin du Xylocope est un poison du sang, dont il altère les propriétés physico-chimiques : notons cependant que le sang empoisonné se coagule, et d'autre part que ses globules rouges, examinés au microscope, ne présentent rien d'anormal.

L'étude chimique de ce venin présente donc un grand intérêt.

Il est malheureusement difficile de s'en procurer une quantité suffisante pour en faire un examen satisfaisant. Voici cependant quelques résultats qui me paraissent présenter un certain intérêt.

Mis en contact avec la pointe de la langue, sans blessure, le venin de *Xylocope* présente une saveur spéciale et fait éprouver une douleur assez cuisante, impressions comparables mais non identiques à celles que donne l'acide formique; la dessiccation ne lui enlève point ces propriétés.

Au sortir de sa glande, c'est un liquide limpide qui rougit le papier de tournesol à la manière des acides faibles et de certains sels à base organique; cette acidité tient à un acide fixe, et éloigne par conséquent l'idée de l'acide formique.

M. Cloëz, ayant eu la complaisance d'examiner une petite quantité de cette substance, a constaté qu'en s'évaporant elle forme des cristaux assez mal définis. De plus, l'ammoniaque en précipite une matière blanchâtre soluble dans les acides; le tanin y forme aussi un précipité blanc. De la solution acide du précipité ammoniacal, le chlorure de platine précipite une matière jaunâtre.

Tous ces caractères semblent indiquer la présence d'une base organique unie à un acide inconnu, non volatil.

Séance du 17 Juin 1865.

PRÉSIDENCE DE M. D'ALMEIDA.

M. Léon Vaillant fait une communication sur l'anatomie des *Vulselles*.

M. Stephan continue l'exposé de ses recherches sur le problème de la construction d'une sphère tangente à quatre sphères.

M. Bert achève sa communication sur l'action de l'acide phénique sur le curare et la strychnine en dissolutions.

La Société se forme en comité secret pour entendre le rapport fait au nom de la seconde section pour la présentation d'un membre en remplacement de M. Foucault devenu membre honoraire. Les candidats présentés sont:

En première ligne, M. Janssen;

En seconde ligne, M. Cazin.

Extrait de *l'Institut*, 1^{re} section, 1865.

M. Alph. Milne Edwards donne lecture d'un rapport sur les titres de M. Alexandre Agassiz, de Cambridge, présenté comme membre correspondant.

Étude anatomique des Vulselles, par M. Léon Vaillant.

On a signalé depuis longtemps dans la mer Rouge certains Mollusques acéphalés qui ont toujours fixé par la singularité de leurs mœurs l'attention des naturalistes : je veux parler de ces animaux désignés sous les noms de Vulselles, qu'on rencontre enveloppés par les Éponges fréquentes dans ces régions. Mais bien que ces êtres puissent être regardés comme très-communs, la coquille seule cependant en est connue jusqu'ici, et l'animal n'en a jamais été décrit : aussi la position exacte de ce Mollusque dans la série zoologique prête-t-elle encore à la discussion. Quelques naturalistes, en effet, les placent parmi les Ostracés; le plus grand nombre les rangent parmi les Malléacés; enfin M. Adams a cru devoir former pour ces animaux une famille spéciale des Vulsellidés, sur laquelle M. Munier-Chalmas a donné de nouveaux détails il y a peu de temps (1).

J'ai été assez heureux pour pouvoir observer à Suez un très-grand nombre d'individus de la *Vulsella lingulata* (Lamarck), ce qui m'a permis d'étudier la structure anatomique de cet être assez en détail, et je désire présenter aujourd'hui à la Société les principaux résultats auxquels je suis arrivé.

Ces Mollusques, comme je l'ai dit, ne sont pas rares; mais pour les trouver avec l'animal, il est essentiel de les chercher assez avant en mer au moment de la marée basse : sans cela, si les Éponges qui les contiennent sont ballottées quelque temps après avoir été détachées, ou sont jetées à la côte, les parties molles s'altèrent et disparaissent avec une grande facilité.

Je ne m'étendrai pas sur la structure de la coquille, qui a été

(1) *Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie*, tome VIII, p. 97; 1863.

étudiée et décrite par M. Carpenter (2). Je ferai remarquer seulement, au point de vue de la forme générale, que le bâillement postérieur, sur lequel M. Munier a particulièrement attiré l'attention, est tel que l'animal se trouve toujours dans l'impossibilité de clore ses valves exactement.

L'appareil du mouvement est plus important à étudier. Le muscle adducteur est placé vers le centre de la coquille et paraît double, comme chez l'Huitre, mais la portion supérieure n'est autre chose que le muscle rétracteur du pied, et ne lui appartient pas par conséquent en propre.

Les muscles pédieux rétracteur et protracteur n'offrent rien de spécial quant à leur disposition ; l'organe qu'ils forment par l'entre-croisement de leurs fibres, c'est-à-dire le pied lui-même, est plus utile à connaître au point de vue spécial de la classification. A l'état qu'on peut appeler normal, en l'examinant sur un animal auquel on a enlevé une valve et qu'on a laissé reposer pendant vingt-quatre heures dans une quantité d'eau suffisante, il est coudé de manière à représenter à peu près la forme du pied humain. La partie adhérente à la masse viscérale est cylindrique ; l'autre, placée à angle droit sur la première, est conique et présente une fente profonde comme celle qu'on rencontre chez un grand nombre d'autres Acéphalés, principalement chez ceux qui possèdent la propriété de sécréter un byssus. Malgré d'attentives recherches, je n'ai pu, chez la *Vulsella lingulata*, reconnaître dans aucun cas trace de ce dernier, et je suis fondé à penser qu'au moins à l'état adulte il n'existe pas. Au reste d'après le mode de vie de cet animal on comprendrait difficilement l'usage qu'il pourrait faire d'un organe d'adhérence comme le byssus, puisque, par suite même de son genre de vie, l'Eponge qu'il habite le condamne déjà à l'immobilité. A l'état de mouvement, le pied prend les formes les plus variées, et peut parfois acquérir une longueur égale au moins à celle de la coquille. Il me paraît probable que l'animal s'en sert pour repousser le tissu de l'Eponge, qui semble avoir une grande tendance à l'envahir.

Le système nerveux et les organes des sens, au moins ceux que j'ai pu étudier, ne présentent aucune particularité impor-

(2) *On the microscopic structure of Shells*, § XIII. — *Report of the British Association*, 1844. London. 1845.

tante. Le bord du manteau offre deux replis entre lesquels se trouvent des tentacules courts et disposés sur un seul rang vers la charnière, tant en avant qu'en arrière, plus longs et plus nombreux en bas; ces derniers sont noirâtres par suite de dépôts pigmentaires, ce qui sans doute est en rapport avec la vision imparfaite de ces animaux.

Le système digestif, dans sa portion terminale, se compose d'un rectum remarquablement long, qui se rapproche sous ce rapport de celui décrit chez la Perne par M. Fischer (1). L'anus présente une sorte de pavillon chargé de cils vibratiles, sa forme est très-singulière.

Quant au cœur, il se compose de deux oreillettes et d'un ventricule central. Sa position mérite d'être notée, attendu que, situé un peu au-dessus du point de réunion du tiers supérieur aux deux tiers inférieurs de la coquille, il répond exactement à l'ouverture postérieure des valves.

Les branchies affectent la forme pectinée de celle des Mollusques voisins, et en particulier des Pernes; cette structure ne se distingue nettement qu'après la mort; pendant la vie, l'enchevêtrement des cils de chaque filet donne à ces organes l'apparence en feuillet qui a valu à ce grand groupe de Mollusques le nom de Lamellibranches.

Comme on le voit, l'ensemble de l'organisation de ces êtres les rapproche tellement des Malléacés que le démembrement proposé par M. Adams ne me paraît pas pouvoir être légitimement conservé; il me semble plus rationnel d'admettre, comme l'a proposé M. Fischer dans un travail cité plus haut, que la famille des Malléacés peut être partagée en deux groupes secondaires, basés sur la présence ou l'absence de byssus, le premier renfermant les genres *Avicula*, *Perna*, *Malleus*; le second, les genres *Vulsella* et *Crenatula*. Les Vulselles, par leur pied sans byssus, mais présentant une fente, feraient fort bien le passage de l'un à l'autre.

(1) *Note sur l'animal du genre Perna*. — *Journal de conchyliologie*, 3^e série, tome I, page 19. 1861.

Construction des centres des circonférences tangentes à trois circonférences données et des centres des sphères tangentes à quatre sphères données, par M. E. Stephan.

THÉORÈME I. — Si l'on augmente ou si l'on diminue d'une même quantité variable les rayons de trois circonférences C_1 , C_2 , C_3 , leur centre radical décrit une ligne droite $O_1 O_2$.

La droite $O_1 O_2$ passe par les centres O_1 , O_2 des deux circonférences tangentes, l'une intérieurement, l'autre extérieurement aux trois circonférences C_1 , C_2 , C_3 .

Il résulte de là que :

Pour trouver les centres O_1 , O_2 , il suffit de déterminer les points de la droite $O_1 O_2$ qui sont à égale distance de deux des trois cercles C_1 , C_2 , C_3 .

Ce dernier problème peut être énoncé plus généralement sous la forme suivante :

Trouver les points d'intersection d'une droite et d'une courbe du second degré; or, on sait résoudre cette question dans tous les cas, par plusieurs procédés simples, avec la règle et le compas.

Si l'on augmente le rayon de l'une des circonférences, de C_1 par exemple, d'une certaine quantité et que l'on diminue en même temps les rayons des deux autres, C_2 , C_3 , de la même quantité, ou inversement, le centre radical décrit une autre droite qui passe par les centres des circonférences tangentes extérieurement à C_1 et intérieurement à C_2 et C_3 ou inversement.

En résumé, on voit que :

Il existe quatre droites, faciles à construire, sur lesquelles sont situés par couples les centres des huit circonférences qui, dans le cas le plus général, répondent à la question proposée.

THÉORÈME II. — La droite $O_1 O_2$ est perpendiculaire à l'axe de similitude des circonférences C_1 , C_2 , C_3 .

Cette dernière propriété était connue de Gergonne; elle ressort aussi d'un travail de M. Mannheim sur le lieu des centres des circonférences qui coupent trois circonférences données sous le même angle.

Ce qui précède peut être répété presque textuellement pour quatre sphères.

THÉOREME III. — *Quand on augmente ou quand on diminue d'une même quantité variable les rayons de quatre sphères S_1, S_2, S_3, S_4 , leur centre radical décrit une droite $O_1 O_2$.*

La droite $O_1 O_2$ passe par les centres O_1, O_2 des deux sphères tangentes, l'une intérieurement, l'autre extérieurement aux quatre sphères S_1, S_2, S_3, S_4 .

Il résulte de là que :

Pour trouver les centres O_1, O_2 , il suffit de déterminer les points de la droite $O_1 O_2$ qui sont à égale distance de deux des quatre sphères données.

On sait résoudre cette dernière question presque identiquement de la même manière que la question de géométrie plane qui lui correspond.

Les centres des seize sphères qui, dans le cas général, répondent à la question, sont situés par couples sur huit droites analogues à $O_1 O_2$.

On sait que les plans radicaux de trois sphères, de S_1, S_2, S_3 , par exemple, se coupent suivant une même droite (D_4) appelée axe radical des sphères.

THÉOREME IV. — *Si l'on augmente d'une même quantité variable les rayons des sphères S_1, S_2, S_3 , la droite (D_4) décrit un plan (P_4) perpendiculaire à leur axe de similitude.*

Si l'on augmente d'une même quantité les quatre rayons, on a quatre plans analogues (P_1) (P_2) (P_3) (P_4).

THÉOREME V. — *Les plans (P_1) (P_2) (P_3) (P_4) se coupent suivant une même droite perpendiculaire au plan de similitude des quatre sphères.*

C'est cette droite qui nous sert à effectuer notre construction.

Action de l'acide phénique sur le curare et la strychnine en dissolutions, par M. Paul Bert.

Lorsque l'on agite une dissolution aqueuse de curare avec quelque gouttes d'acide phénique, elle se transforme en une espèce d'émulsion d'apparence laiteuse et à globules très-fins. Si l'on injecte sous la peau d'un Lapin une quantité de cette émulsion,

sion correspondant à une dose toxique de curare, on n'obtient aucun effet, lors même que cette dose eût été assez forte pour donner la mort.

Est-ce à dire que l'acide phénique ait détruit le curare? Non, car si l'on traite cette émulsion par l'éther, qui enlève l'acide phénique, la liqueur limpide qu'on obtient reprend ses propriétés toxiques.

Est-ce que l'acide phénique introduit dans l'organisme en même temps que le curare neutralise l'effet de ce poison? Pas davantage; car, si l'on *phénique* un animal, soit par la voie hypodermique, soit par l'estomac, le curare avec lequel on l'empoisonne ensuite ne perd rien de son énergie. Bien mieux, les effets de l'acide phénique et du curare se superposent et s'ajoutent pour produire la mort, si bien que sur l'animal paralysé par le curare s'observent encore les trépidations, les convulsions locales, d'origine probablement musculaire, qui caractérisent l'empoisonnement phénique.

Revenons à notre émulsion; si nous la filtrons dans un filtre très-fin, nous obtenons une liqueur limpide : celle-ci, traitée par l'éther, ne présente aucune propriété toxique. Mais il en est autrement de la partie restée sur le filtre, car, étant desséchée avec précaution, elle présente les réactions physiologiques caractéristiques du curare.

L'acide phénique met donc le curare d'une dissolution aqueuse en suspension sous forme d'émulsion, sans le détruire. De plus, il s'oppose à son absorption par le tissu cellulaire sous-cutané, ou du moins la ralentit tellement qu'il ne se trouve jamais à la fois dans l'organisme assez de poison pour que l'action en soit manifeste.

Ce n'est pas seulement sur le curare que l'acide phénique agit de cette manière. Si l'on prend une solution de chlorhydrate de strychnine, on obtient de même une émulsion dont la partie liquide, séparée par le filtre et débarrassée de l'acide phénique à l'aide de l'éther, est parfaitement inoffensive. Mais une quantité de cette émulsion correspondant à 0^{sr},002 de chlorhydrate de strychnine, étant injectée sous la peau d'un Lapin, ne lui donne qu'après quinze minutes des accidents sans gravité, tandis que 0^{sr},0015 du même sel suffisent toujours à tuer un Lapin en manifestant leurs effets après sept ou huit minutes au plus.

L'acide phénique ralentit donc l'absorption de certains poisons, soit par son action directe sur les tissus, soit par l'état particulier sous lequel il les met. Peut-être ce dernier fait pourra-t-il faciliter pour les chimistes la séparation de certains principes immédiats comme la curarine, etc.

Séance du 24 Juin 1865.

PRÉSIDENCE DE M. D'ALMEIDA.

M. Marey fait une communication sur son appareil destiné à enregistrer les mouvements respiratoires et donne l'explication physiologique de certaines différences observées dans les tracés.

M. Berthelot demande quelques explications sur cette communication.

M. de Mercey expose le résultat de ses recherches sur les terrains de transports dits diluviens dans le bassin de la Somme.

Une discussion à laquelle prennent part MM. Delanoue, Dausse, Gaudry et Laurent s'engage à ce sujet.

M. Mannheim donne une démonstration géométrique d'une propriété due à M. Stephan; cette propriété sert de lemme dans la communication de M. Stephan relative à la construction d'une circonférence tangente à trois autres.

L'ordre du jour appelle la nomination d'un membre titulaire en remplacement de M. Lechatelier devenu membre honoraire.

M. Picard est nommé.

La seconde section nomme une commission composée de MM. Troost, de Luynes, Delanoue, d'Almeida et Berthelot pour présenter une liste de candidats à la place de membre titulaire laissée vacante par le passage de M. Berthelot aux membres honoraires.

Séance du 1^{er} Juillet 1865.

PRÉSIDENCE DE M. D'ALMEIDA.

M. Alix rend compte de quelques-unes de ses recherches sur l'amyologie des Singes et sur les travaux de M. Mivart ayant trait à ce même sujet.

M. de Saint-Venant communique quelques formules relatives au calcul

de la force vive et des changements qui surviennent dans une barre frappée par un corps en mouvement, et examine différents cas suivant que cette barre est fixée par ses deux extrémités au mobile autour d'un point ou libre et suivant le point où elle est frappée.

M. Rouché expose une démonstration du théorème suivant : la courbe lieu des points d'intersection des rayons homologues de deux faisceaux homographiques est une section conique.

M. Joly fait une communication sur une nouvelle fusée percutante et fusante applicable aux projectiles des canons rayés.

La Société procède à l'élection d'un membre en remplacement de M. Foucault.

M. Janssen est nommé.

M. Alexandre Agassiz, de Cambridge (États-Unis), est nommé membre correspondant à l'unanimité.

Sur la courbe, lieu des points d'intersection des rayons homologues de deux faisceaux homographiques, par M. Eugène Rouché.

La courbe, lieu des points d'intersection des rayons homologues de deux faisceaux homographiques, est une section conique. M. Chasles a donné deux démonstrations de ce théorème fondamental (*Géométrie supérieure* et *Traité des sections coniques*). — La seconde se distingue de la première en ce qu'elle emprunte moins de principes à la théorie de l'homographie et met en évidence le cercle dont la courbe considérée est la perspective. Toutefois, elle exige l'intervention de deux propriétés des triangles homologues. La démonstration que nous proposons est plus directe et plus simple ; sans rien emprunter à la théorie de l'homologie, elle met le cercle en évidence et n'exige que quelques notions très-élémentaires sur les séries homographiques.

Soient P et P' les centres des deux faisceaux. Par le point de concours O des tangentes en P et en P' à la courbe considérée PaP' menons dans l'espace une droite quelconque OZ ; dans l'angle ZoP inscrivons un cercle tangent à OP au point P , et désignons par A le point où ce cercle touche OZ .

a étant un point quelconque de la courbe PaP' , menons $P'a$ qui coupe OP en m , puis Am qui rencontre le cercle en a' ; quand le point a décrit la courbe, les droites $P'a$ et Qa' engen-

drent deux faisceaux homographiques. Mais les faisceaux décrits par Pa' et Qa' sont homographiques, et il en est de même par hypothèse des faisceaux engendrés par Pa et $P'a$. Donc les droites Pa et Pa' engendrent deux faisceaux homographiques, et, par suite, les points α et α' où ces rayons mobiles rencontrent les droites fixes OP' et OQ forment sur ces droites deux divisions homographiques. Les points P' et Q sont deux points homologues de ces divisions (m est alors en O); de plus, le point O est un point homologue commun des mêmes divisions (m est alors en P). Donc, en vertu d'un principe connu, la droite mobile $\alpha\alpha'$ coupe la droite fixe QP' en un point fixe S .

Par conséquent, l'œil étant placé en S , la droite $P'm$ sera la projection de Qm et Pa sera celle de Pa' ; donc a sera la projection de a' ; en d'autres termes la courbe proposée PaP' sera la projection conique du cercle $Pa'Q$.

Séance du 8 Juillet 1865.

PRÉSIDENCE DE M. D'ALMEIDA.

M. Alphonse Milne Edwards fait une communication sur les Oiseaux fossiles de la période quaternaire.

MM. Delanoue, Dausse Berthelot et Bert demandent quelques explications sur ce sujet.

M. Alphonse Milne Edwards indique une modification spéciale du gésier observée dans le Pigeon de Nicobar; on y rencontre deux plaques hémisphériques cartilagineuses fort dures destinées à opérer le broiement des noyaux, dont l'animal fait sa nourriture habituelle.

M. Bert fait une communication sur la disposition des sacs aériens du Fou de Bassan. Une discussion à laquelle prennent part MM. Milne Edwards, Dausse, Berthelot, de la Gournerie, s'engage sur cette communication.

Sur les Oiseaux fossiles de l'époque quaternaire, par M. Alphonse Milne Edwards.

Dans presque toutes les cavernes de France où l'on a fait des fouilles, on a trouvé des ossements d'Oiseaux associés aux dé-

bris du squelette de l'Ours des cavernes, du Rhinocéros à narines cloisonnées, du Renne, de l'Aurochs et du Cheval. Plusieurs naturalistes ont étudié ces fossiles, et ont cru retrouver les espèces qui aujourd'hui habitent la France, telles que le Grand-Duc, le Hibou, la Chouette-Effraye, la Pie, le Geai, la Perdrix, la Caille, etc.

La Faune ornithologique paraît cependant s'être profondément modifiée depuis l'époque du remplissage des cavernes, et beaucoup des espèces qui alors étaient des plus communes se sont retirées aujourd'hui vers le Nord, et ont suivi le Renne dans ses migrations.

Dans presque toutes les grottes à ossements du centre et du midi de la France, on trouve des ossements de la grande Chouette Harfang (*Stryx nyctea*, Linné). Aujourd'hui cette espèce est cantonnée autour du cercle arctique, en Europe et en Amérique; elle est assez commune en Islande et dans les îles Shetland, où elle se nourrit principalement de Gelinottes, de Lagopèdes et de Tétràs. Le squelette du Harfang présente des particularités si caractéristiques qu'il est assez facile d'arriver à une détermination précise de presque tous les os considérés séparément : l'os de la patte est surtout remarquable par sa force et sa brièveté; il est, en effet, beaucoup plus trapu et plus élargi que celui du Grand-Duc athénien. Il est cependant très-probable que l'on aura souvent rapporté les débris fossiles du Harfang à cette dernière espèce.

Les Oiseaux que l'on rencontre le plus communément dans les cavernes à ossements appartiennent au groupe des Tétràs.

M. Van Beneden a constaté la présence du grand Coq de bruyère (*Tetrao urogallus*, Linné) dans les cavernes de Belgique; on l'a également reconnue dans les *Kjokken-moddings* du Danemark. La Gelinotte (*Tetrao bonasia*) paraît exister dans les habitations lacustres de Suisse. Mais jusqu'à présent aucune de ces deux espèces n'a été rencontrée dans les cavernes de France. Au contraire, on peut y recueillir en abondance des ossements du Tétràs des saules (*Tetrao albus*, Gmélin, *T. Saliceti* Temminck). Le Lagopède (*Tetrao lagopus*, Linné) s'y trouve assez communément, et le Tétràs à queue fourchue (*Tetrao tetrix*, Linné) y est rare.

Les Perdrix sont beaucoup moins communes que les Tétràs des saules. Pour cent de ces derniers, on en trouve à peine une; ce

qui donne à penser que peut-être plusieurs des ossements que l'on avait cru devoir rapporter au genre *Perdrix* appartenait à des *Tétras*.

Si l'on étudie la répartition géographique de ces diverses espèces, on voit que le grand *Coq de bruyère* ne se montre plus que rarement en France; on le rencontre encore en Hongrie et en Allemagne, mais il abonde surtout en Suède, en Norwége, en Russie et dans le nord de l'Asie.

Le *Tétras à queue fourchue* se montre plus communément dans notre pays. Le *Lagopède* a continué à y vivre, mais il se retire sur les sommités neigeuses des Alpes et des Pyrénées. Le *Tétras des saules*, qui autrefois abondait en France, comme le prouvent les nombreux débris qu'il a laissés dans les cavernes, a aujourd'hui complètement abandonné les régions tempérées pour aller vivre en Suède, en Norwége, en Laponie et dans tout le nord de l'Europe et de l'Amérique.

Il est à noter que ce sont ces Oiseaux qui constituent presque exclusivement la nourriture habituelle de la *Chouette Harfang*; les conditions d'existence de cette dernière espèce étaient donc, à l'époque quaternaire, exactement les mêmes qu'aujourd'hui.

Ces exemples suffisent pour montrer que les influences qui ont agi anciennement sur les Mammifères ont agi, dans le même sens, sur les Oiseaux, et qu'elles ont eu le même résultat.

— A la suite de cette communication, M. Berthelot a demandé si l'on peut connaître l'époque à laquelle ont eu lieu les dépôts ossifères de ces animaux aujourd'hui disparus.

M. J. Delanoüe a répondu qu'on ne peut faire jusqu'à présent que des hypothèses. On cherche seulement à établir le synchronisme et la succession des divers dépôts quaternaires, ainsi qu'on l'a déjà obtenu pour les périodes géologiques antérieures.

Mais cette chronologie relative sera difficilement constatée par l'étude seule des cavernes où les animaux, les hommes et les eaux ont entassé et si souvent remanié tant d'éléments divers. Il est une autre nature de sol qui offre un champ d'étude bien autrement vaste et normal : ce sont les dépôts vaseux, horizontaux et réguliers des lacs, des étangs et des marais.

Les récentes et brillantes découvertes des archéologues dans les lacs de la Suisse, de la Savoie, de la Bavière, de la Carniole et de la Carinthie nous font préjuger tout ce qu'on doit attendre de ce nouveau genre d'investigations. On n'a cependant pas en-

core reconnu aux stations lacustres une aussi haute antiquité qu'aux habitations des cavernes : c'est ce que l'avenir éclaircira.

M. Delanoüe a profité de cette occasion pour annoncer qu'il vient de constater l'existence, dans l'intérieur de la France, d'habitations lacustres, ou du moins de pilotis extrêmement nombreux, auprès d'une véritable forêt submergée. Il se réserve d'entretenir la Société du résultat des démarches qu'il fait auprès du propriétaire pour obtenir la permission de poursuivre cette étude.

Sur quelques points de l'anatomie du Fou de Bassan, par
M. Paul Bert.

Je dois à l'obligeance de M. Blaize, de Cayeux, d'avoir pu faire sur un Fou de Bassan (*Sula bassana*, Briss.), quelques observations anatomiques dont je désire rendre compte à la Société.

Lorsqu'on insuffle avec soin cet oiseau par la trachée-artère, on s'aperçoit bientôt que l'air pénètre sous la peau et l'isole du corps. Ce soulèvement a lieu pour la région postérieure du cou, jusqu'à la tête, et pour le tronc tout entier; mais à la partie du dos correspondante à l'os sacro-lombaire; et à la face extrême des cuisses et des jambes, la peau adhère comme d'habitude aux parties sous-jacentes; pour la face interne des membres postérieurs, l'air distend la peau jusqu'au niveau de l'articulation tibio-tarsienne. En continuant l'insufflation, on voit les ailes s'étendre et s'écarter du tronc, et il est facile de s'assurer que l'air y pénètre jusqu'à l'extrémité.

Ces espaces aériens sous-cutanés découverts par Méry, en 1686, chez le Pélican (Hist. acad. des sc., t. II, p. 144), ont été revus chez cet oiseau et chez les Fous par beaucoup d'auteurs, parmi lesquels je citerai J. Hunter (1774), Daubenton jeune (Buff., art. Fou de Bassan), R. Owen (*Zool. Soc. of London*, 1830-31 et 1835), E. Deslongschamps (Mém. Soc. linn. de Caen, 1843-48 et 1854-55). Mais comme, malgré ces témoignages, leur existence a été mise en doute par M. Sappey (Recherches sur l'appareil respiratoire des Oiseaux, 1847), et comme des auteurs très-im-

portants ont cru pouvoir leur attribuer une origine pathologique, il m'a paru intéressant de revenir sur leur description, qui n'a jamais du reste été faite d'une façon claire et complète.

Lorsqu'on incise la peau de l'oiseau, on voit qu'elle est séparée du corps par un espace qui peut acquérir 0^m,03 à 0^m,04 de dimension normale; les nerfs, les vaisseaux, se rendent du corps à la peau, tantôt libres, tantôt appuyés sur des cloisons minces transparentes, qui séparent cette vaste poche sous-cutanée en diverses loges incomplètement fermées et communiquant toutes les unes avec les autres. Une de ces cloisons s'étend en raphé médian sur toute la crête sternale jusqu'à 0^m,01 environ en avant du pubis, et intercepte toute relation directe du côté droit avec le côté gauche. Une autre suit le bord externe du muscle grand pectoral, et se continue dans cette direction jusqu'à ce qu'elle rencontre la précédente. Entre elles deux se trouvent une dizaine de loges secondaires déterminées par des cloisons à direction transversale, et qui ont l'apparence d'alvéoles irrégulières auxquelles il manquerait un côté.

Les plumes font saillie dans ces cavités aériennes; les grandes y pénètrent parfois à plus de 0^m,01 : mais la paroi pariétale de ces sacs, semblable à une séreuse, les tapisse et ne permet pas à l'air de s'échapper, ni, bien entendu, de pénétrer dans le tuyau des plumes. Entre elles se trouvent de petits culs-de-sacs dont l'ouverture mesure 2 à 3^{mm} de diamètre et qui donnent à la face inférieure de la peau une apparence comparable aux poumons des Vertébrés inférieurs.

Les muscles peaussiers ne semblent pas plus développés chez le Fou de Bassan que chez les autres Oiseaux; sur le sac aérien claviculaire, qui est du reste de dimensions médiocres, un muscle s'étale en éventail : mais ce muscle, qui joue peut-être un rôle dans l'acte du plonger, existe tout aussi vigoureux chez les Canards, les Grèbes, les Foulques, etc.

J'arrive maintenant à la description des sacs aériens sous-cutanés. Tous dépendent du grand réservoir que M. Milne Edwards désigne sous le nom de *claviculaire*; tous, sauf ceux qui s'étendent sous la peau du cou, depuis la base jusqu'à la tête, et qui, interrompus par des cloisons incomplètes, procèdent des réservoirs dits *cervicaux*.

On sait que, chez presque tous les Oiseaux, le réservoir claviculaire envoie un appendice extra-thoracique qui sort de la

poitrine entre le muscle coraco-brachial et le muscle petit pectoral pour s'étaler plus ou moins loin sous l'aisselle et fournir de l'air à la cavité dont est creusé l'humérus.

Or, cet appendice prend chez le Fou des dimensions extraordinaires. Il se prolonge d'abord en arrière, sous le muscle grand pectoral qu'il soulève, s'interpose entre la cuisse, la jambe et le corps, en disséquant pour ainsi dire les muscles et surtout le peaussier de cette région, dépasse en avant le pubis de 0^m,01 environ, et s'étend en arrière jusqu'à la région sacrée.

Ce prolongement est limité en bas (l'oiseau étant supposé sur le ventre) par une cloison dont j'ai déjà parlé, cloison qui suit le bord externe du grand pectoral et se prolonge jusqu'au voisinage de l'anus. En haut il laisse adhérente la peau qui recouvre l'os sacro-lombaire, et, plus en avant, est séparé de celui du côté opposé par une cloison médiane.

Ce n'est pas tout : ce prolongement contourne l'épaule d'arrière en avant, en passant sous le muscle grand dorsal, isole l'omoplate, et s'appuyant, sans communiquer avec eux, sur les sacs cervicaux et le grand réservoir claviculaire, suit la fourchette et s'étale sur le muscle grand pectoral; il soulève ainsi la peau d'une vaste région triangulaire indiquée plus haut, dont la base est la clavicule, ou mieux le sac claviculaire, dont le bord interne est la cloison médiane qui suit la crête du bréchet et se prolonge jusqu'à l'anus, dont le bord externe est la membrane déjà plusieurs fois indiquée qui suit le bord externe du grand pectoral et rejoint la première auprès de l'anus.

J'ai dit en débutant comment une dizaine de loges secondaires subdivisaient cette vaste étendue. Une seule de ces loges mérite une mention spéciale : elle occupe la moitié externe du grand pectoral, et se termine en cul-de-sac, sans communiquer avec les autres cellules, au niveau du milieu de ce muscle.

Il résulte de cette description que les sacs aériens sous-cutanés d'un côté du corps ne communiquent pas avec ceux du côté opposé, au moins directement; car il est clair qu'ils sont tous en rapport les uns avec les autres par l'intermédiaire du grand sac claviculaire, qui leur donne naissance par sa portion intrathoracique.

Les sacs que je viens de décrire ne s'étendent guère dans la région de l'aile que jusqu'au niveau de la moitié de l'humérus. L'air qui pénètre dans le membre antérieur provient de cette

dépendance de l'appendice extrathoracique, qui en fournit à l'humérus chez l'immense majorité des Oiseaux.

En effet, l'air passe entre les muscles du bras, soulève la membrane du col, s'étale sur la face postérieure et supérieure du bras, de l'avant-bras et de la main, et entre non-seulement dans l'humérus, mais dans le cubitus et le radius, dans les os du carpe, du métacarpe et des premières phalanges : au delà, la moelle reparait dans les os.

Dans les membres inférieurs, la *pneumatisation* ne s'étend qu'au fémur : la jambe et le pied sont pourvus de moelle, comme il arrive d'ordinaire.

Ainsi, en résumé : cellules du cou formées par le réservoir *cervical*; cellules de l'aile formées par le diverticulum, qui ne donne ordinairement qu'à l'humérus ; cellules du corps formées par le prolongement, qui ordinairement s'arrête au creux de l'aiselle. Ces cellules du corps, séparées d'un côté à l'autre par des raphés médians, forment deux systèmes : un système qu'on peut appeler thoracique, dont le grand pectoral forme le plancher, un système costo-abdominal, en dehors et au-dessus du premier; ces deux systèmes communiquant l'un avec l'autre par une sorte de canal qui contourne l'omoplate et l'os furculaire.

Il n'y a donc là rien d'essentiellement nouveau, mais seulement une extension extraordinaire de réservoir qui existe chez presque tous les Oiseaux.

Cette diffusion de l'air sous la peau paraît être en rapport avec l'habitude que les auteurs prêtent aux Oiseaux du genre *Sula* de flotter endormis à la surface des vagues, semblables à des bouées.

Narines extérieures. Je n'ai pu, malgré tous mes soins, trouver chez le Fou de Bassan trace de narines externes. Je ne puis donc accepter ce qu'ont dit à ce sujet Schlegel et R. Owen. En introduisant un stylet par les narines buccales, on acquiert la preuve que les fosses olfactives sont des culs-de-sac qui n'ont point d'orifice externe.

Le nerf olfactif existe, et présente un développement moyen.

Séance du 15 Juillet 1865.

PRÉSIDENCE DE M. D'ALMEIDA.

M. Alix communique les résultats de ses recherches sur la myologie du Tarsier. Il insiste principalement sur le mouvement de pronation et de supination que le scaphoïde exécute autour du calcanéum.

M. Fischer fait une communication sur la reproduction des Éponges et sur la manière dont elles se disposent pour former des aggrégats.

M. de la Gournerie fait une communication sur une propriété des surfaces de quatrième ordre.

Nouvelles observations sur la myologie du Tarsier, par M. Alix.

« J'ai pu, dans ces derniers temps, grâce à l'excessive obligeance de M. Edouard Verreaux, étudier en détail la myologie des membres d'un Tarsier (*Tarsius spectrum* Geoff.) venant de Bornéo. La description que je vais en donner diffère en quelques points de celle que l'on trouve dans le beau travail de Burmeister (1). Il serait intéressant de vérifier ces détails sur un certain nombre de sujets afin de savoir s'ils ont réellement échappé au savant professeur de Halle ou s'ils sont le résultat de quelque variété individuelle.

Membre thoracique. La forme de l'omoplate est remarquable. Elle est longue et étroite, limitée en dedans par un bord spinal très-court, et parcourue obliquement sur sa face dorsale par une épine acromiale fortement saillante, dont l'extrémité interne coïncide avec l'angle antérieur et interne (supérieur et interne chez l'Homme) de l'os. Il résulte de l'étroitesse des fosses *sus* et *sous-épineuse* que les muscles qui s'y trouvent logés, et que l'on désigne par les mêmes noms, semblent au premier abord n'avoir qu'un volume médiocre ; mais ces muscles regagnent en épaisseur ce qu'ils perdent en largeur, la profondeur des cavi-

(1) *Beiträge zur näheren Kenntniss der Gattung Tarsius* von Hermann Bürmeister, 1846.

tés où ils sont cachés étant augmentée considérablement par la hauteur de l'épine acromiale, à laquelle il faut ajouter, pour la fosse sous-épineuse, la saillie très-marquée du bord axillaire.

Le muscle *petit rond* est représenté par un faisceau charnu, court et plat, complètement distinct du sous-épineux, qui se détache de la lèvre dorsale du bord axillaire, à peu de distance du col de l'omoplate, et qui va se fixer sur la base diaphysaire de la tubérosité externe. Toute son action doit être relative à la rotation de l'humérus en dehors.

Le *grand rond*, qui est très-fort, enveloppe le tiers postérieur du bord axillaire du scapulum, entre-croisant quelques-unes de ses fibres avec celles du sous-scapulaire. Il s'attache à la lèvre interne de la coulisse bicipitale, qui présente une crête pour cette insertion, par un tendon aplati, entièrement distinct et séparé de celui du grand dorsal.

Le tendon du *grand dorsal* s'attache à l'humérus immédiatement au-dessous de celui du grand rond, à une faible distance de la tête humérale. Du bord axillaire du muscle, précisément au point où il cesse d'être charnu, se détache un ruban musculaire analogue à celui que l'on voit chez les Singes; mais cet *accessoire* du grand dorsal va se fixer sur l'olécrane et non sur l'épitrachée, à laquelle il n'est rattaché que par une expansion fibreuse latérale.

Le *sous-scapulaire* est large et épais; il dépasse le bord coracoïdien de l'omoplate, le long duquel il s'applique au sus-épineux, dont il est séparé par une aponévrose et par l'omo-hyoïdien, qui s'insinue entre ces deux muscles. Il se fixe à une tubérosité interne assez forte.

Son insertion humérale est séparée de celle du grand rond par un petit faisceau charnu qui se rend du sommet de l'apophyse coracoïde à la face interne du col de l'humérus immédiatement au-dessous de la tubérosité interne. Ce faisceau, qui peut être considéré comme *une courte portion du coraco-brachial*, est, comme lui, un adducteur du bras.

Le faisceau principal, ou *longue portion du coraco-brachial*, prend un grand développement; il naît à côté du précédent du sommet de l'apophyse coracoïde, recouvre les tendons du grand rond et du grand dorsal, et va s'attacher à tout le côté interne de l'humérus jusqu'à l'épitrachée; on voit même quelques-unes de ses fibres les plus inférieures se réunir à celles du vaste in-

terne et contribuer à former avec elles un muscle *anconé interne*.

Les deux portions du *biceps* sont l'une et l'autre très-développées, mais la longue portion est encore la plus forte. Celle-ci s'attache à la partie du bord glénoïdien qui correspond à la base même de l'apophyse coracoïde, en sorte que les deux portions du biceps s'attachent l'une et l'autre à cette apophyse, l'une à son sommet, l'autre à sa base. Elles se réunissent vers le milieu du bras, et le faisceau unique, ainsi formé, finit par un fort tendon destiné au radius, où il se termine sur une tubérosité placée si près de la tête radiale que le col du radius est presque nul. La coulisse bicipitale de l'humérus est remarquable par sa largeur.

Le *brachial antérieur* est très-fort ; il s'attache à toute la face externe et à une partie de la face antérieure de l'humérus, et se termine par un tendon plat qui se fixe, comme chez les Singes, à la face interne du cubitus, sous la masse des muscles épitrochléens.

Le *vaste interne* se montre dans presque toute son étendue comme un muscle distinct ; ce n'est que très-près de l'olécrâne qu'il se réunit aux deux autres portions du triceps brachial.

Le *vaste externe*, au contraire, s'unit à la longue portion vers le milieu du bras. Il s'attache d'ailleurs à toute la longueur de l'humérus, et ses fibres les plus inférieures se continuent avec le muscle *anconé*.

La *longue portion du triceps* ne s'attache que dans une petite étendue et à peu de distance du bourrelet glénoïdien au bord axillaire de l'omoplate. Cette insertion se fait par un tendon aplati, auquel on peut distinguer deux portions, l'une qui se fixe à un tubercule particulier du bord de l'omoplate, l'autre qui s'attache à ce bord lui-même.

Le *petit pectoral* s'attache à la tubérosité externe de l'humérus en franchissant la coulisse bicipitale.

Le *grand pectoral* se fixe avec la *portion cléidienne du deltoïde* à la crête qui distingue la lèvre externe de la coulisse bicipitale, et qui n'occupe que le tiers supérieur de l'humérus.

La *portion moyenne du deltoïde* se rend du sommet de l'acromion sur cette même crête et sur un espace voisin peu étendu ; elle est rejetée en dehors.

Les insertions du *faisceau postérieur du deltoïde* ne corres-

pondent pas à ce qu'on serait disposé à prévoir d'après l'examen du squelette. En effet, la base de l'acromion se rabat en voûte sur la fosse sous-épineuse, et son bord fait de ce côté une saillie que l'on pourrait croire destinée à des insertions musculaires. Mais c'est le contraire qui est réalisé; le faisceau postérieur du deltoïde ne s'attache qu'à la moitié postérieure de l'épine scapulaire, et un large intervalle le sépare du faisceau moyen. En arrière, ce troisième faisceau du deltoïde recouvre toute la largeur du muscle sous-épineux, et en avant il se termine par un tendon plat et étroit qui se fixe à l'humérus immédiatement au-dessous de la tubérosité externe et adhère à la face profonde du faisceau moyen.

En somme, la faiblesse des diverses portions du deltoïde montre que les mouvements actifs d'élévation du bras ne peuvent être que très-bornés.

Parmi les particularités que présente l'humérus du Tarsier, on doit noter la crête mousse et doucement arrondie qui surmonte l'épicondyle dans l'espace qui sépare cette saillie de la coulisse radiale, et qui donne à l'aspect de cet humérus quelque chose qui rappelle celui des Didelphes. Cette crête donne attache par son tiers supérieur au long supinateur, et par ses deux tiers inférieurs au premier radial externe, le second radial externe ne s'attachant qu'à l'épicondyle.

La disposition du *long supinateur* est remarquable sur notre sujet. Il s'avance le long du bord radial de l'avant-bras, devient tendineux vers le milieu du radius, et se porte vers l'apophyse styloïde de cet os; mais, *au lieu de s'insérer un peu au-dessus de cette apophyse, il passe sur sa face dorsale, où il est retenu par une petite saillie tranchante, atteint la face dorsale du carpe et s'épanouit en plusieurs faisceaux. Un de ces faisceaux va se perdre dans les ligaments dorsaux du carpe; il offre dans son épaisseur un fibro-cartilage; un autre s'attache à la face dorsale du trapèze; enfin le troisième, qui est le plus fort, contourne le côté radial du carpe et va se fixer sur le scaphoïde dans une petite rainure qui sépare le corps de cet os de son crochet.* Cette description diffère de celle de Burmeister, qui considère le long supinateur comme s'insérant sur l'apophyse styloïde du radius. Elle prend de l'importance au point de vue de l'anatomie comparée, relativement à la définition du long supinateur, qui devient ici un muscle du carpe. La saillie qui retient le long

supinateur derrière l'apophyse styloïde pourrait être prise facilement pour la limite de la coulisse des radiaux externes. Sa présence sur plusieurs squelettes nous semble prouver la fréquence de la disposition que nous venons de signaler. Cette disposition n'est d'ailleurs pas spéciale au Tarsier ; parmi les animaux chez lesquels nous l'avons constatée, nous citerons le Kangouroo.

Ajoutons d'ailleurs avec Burmeister que ce muscle bride l'avant-bras et s'oppose à son extension complète.

Les muscles *radiaux externes* n'offrent guère à noter que la force et l'épaisseur beaucoup plus grandes du deuxième radial qui agit sur le troisième métacarpien.

L'*abducteur du pouce* est, comme d'habitude, un muscle profond qui s'attache au radius, au cubitus et au ligament interosseux. Il s'insère sur le trapèze et envoie une petite expansion sur la base du premier métacarpien. Il envoie aussi une expansion au ligament annulaire antérieur du carpe. Enfin il y a dans l'épaisseur de son tendon un os sésamoïde qui glisse sur le trapèze.

Le muscle métacarpien dorsal du cinquième doigt, ou *cubital postérieur*, est médiocrement développé. Attaché à la base de l'olécrâne et à l'épitrochlée, il n'est charnu que dans le tiers supérieur de l'avant-bras. Derrière la petite tête du cubitus, son tendon est reçu dans une gouttière profonde limitée par une crête saillante.

L'*extenseur commun des doigts*, ou *extenseur superficiel*, s'attache à l'épicondyle entre le second radial externe et l'extenseur profond du cinquième et du quatrième doigt, avec lequel il confond quelques-unes de ses fibres. Vers le milieu de l'avant-bras, il se divise en deux faisceaux qui deviennent immédiatement tendineux. Au niveau du poignet, ces deux tendons se divisent à leur tour. L'un fournit l'extenseur du deuxième doigt et celui du troisième, l'autre celui du quatrième et celui du cinquième.

Le système des *extenseurs externes* ou *profonds* des doigts est encore plus remarquable. Il se compose d'abord d'un faisceau charnu qui vient de l'épicondyle, et dont le tendon se divise au poignet en deux autres, qui sont l'extenseur propre du cinquième doigt et l'extenseur propre du quatrième (ce dernier est le plus fort). Il y a, de plus, un faisceau profond qui s'attache au tiers moyen du cubitus et au ligament interosseux. Ce mus-

cle se termine par un tendon qui fournit l'extenseur propre du second doigt et celui du troisième. Ce tendon présente, en outre, une expansion remarquable; c'est un faisceau qui se détache du tendon du troisième doigt et qui produit deux divisions, lesquelles vont rejoindre le quatrième doigt et le cinquième.

Enfin, ce système des extenseurs profonds est complété par *l'extenseur propre du pouce* qui s'insère au quart supérieur du cubitus et se porte obliquement sur la base de la première phalange.

Considérons maintenant la face palmaire de l'avant-bras.

Le *cubital antérieur* s'attache au quart supérieur du cubitus et à l'épitrachée. Il est assez fort et se termine par un tendon que les fibres charnues accompagnent un peu au-dessous de la moitié de l'avant-bras. Ce tendon s'épuise en partie sur le pisiiforme, et, par le reste de ses fibres, constitue un faisceau qui glisse sur cet os, dans une poulie placée un peu en arrière de son sommet, pour aller se fixer à la base du cinquième métacarpien.

Le *petit palmaire*, en se détachant de l'épitrachée, est uni au cubital antérieur; il gagne obliquement la base de l'éminence thénar et s'épanouit dans l'aponévrose palmaire. Il est assez fort.

Le *grand palmaire* vient tout entier de l'épitrachée; il se termine comme d'habitude sur la base du deuxième métacarpien.

Le *rond pronateur* n'a qu'une force médiocre.

Le *court supinateur* est proportionnellement assez développé.

Le *carré pronateur*, très-faible, n'occupe qu'une petite étendue au-dessus du poignet.

Le *fléchisseur profond des doigts* est constitué par trois faisceaux charnus. Un premier faisceau (*faisceau cubital*) vient du cubitus, dont il enveloppe les $\frac{2}{3}$ supérieurs; un second faisceau vient en partie du sommet et de la lèvre antérieure de l'épitrachée, en partie du ligament interosseux; un troisième faisceau (*faisceau radial*) qui recouvre obliquement les deux autres, vient en partie du sommet et de la lèvre postérieure de l'épitrachée, en partie du bord interosseux du radius (dans son tiers supérieur). Ces trois faisceaux bien distincts se terminent

par trois tendons placés dans l'ordre que nous venons d'indiquer et qui, au niveau du ligament annulaire du carpe, s'unissent en une seule masse munie d'un épaississement fibro-cartilagineux, laquelle se divise ensuite en cinq tendons, un pour le pouce, et un pour chacun des quatre doigts proprement dits.

Le *fléchisseur superficiel* naît du sommet et de la lèvre postérieure de l'épitrochlée, à la face profonde du faisceau radial du fléchisseur profond. Les fibres venant de cette origine se terminent directement sur un tendon qui se porte sur le doigt médius. Vers le milieu de l'avant-bras, on voit naître du bord cubital et de la face profonde de ce corps charnu un faisceau assez fort qui fournit les tendons du quatrième et du cinquième doigt. C'est encore de la face profonde du même faisceau que se détache le fléchisseur superficiel du second doigt. Ce fléchisseur superficiel du deuxième doigt présente, comme chez les Singes et chez l'Homme, une apparence digastrique; mais cette disposition offre ici quelque chose de particulier. En effet, on voit se dessiner à sa face profonde un filet tendineux sur lequel s'insèrent une partie de ses fibres charnues; mais bientôt ce filet tendineux s'isole et va s'unir au tendon commun du fléchisseur profond entre le faisceau cubital de ce muscle et son faisceau moyen. Ce tendon établit par conséquent une connexion entre le système des fléchisseurs superficiels et le système des fléchisseurs profonds.

Ces connexions entre les deux systèmes existent dans tous les animaux du groupe des Lémuriens. Mais la manière dont elles sont réalisées n'est pas toujours la même. MM. Mivart et Murie, dans un travail récent (1), ont signalé chez le Nicticèbe une intrication beaucoup plus compliquée. La disposition que nous rencontrons chez le Tarsier se rapproche beaucoup plus de celle que nous offrent la plupart des Singes.

Les *muscles de l'éminence thénar*, assez développés, n'offrent rien de particulier.

L'éminence hypothénar est surtout remarquable par la force

(1) *Observations on the anatomy of Nicticebus Tardigradus*, dans *Proceedings of the scientific meetings of the Zoological Society of London*, 1865.

et l'épaisseur de l'*adducteur du cinquième doigt* étendu entre le pisiforme et la première phalange, charnu à sa base, tendineux à son extrémité.

Les interosseux dorsaux convergent vers le troisième doigt, considéré comme axe de la main.

Dans ce membre thoracique du Tarsier, la longueur du bras n'est que les $\frac{5}{4}$ de celle de l'avant bras. L'humérus est massif; les os de l'avant-bras sont relativement plus grêles. Le mouvement du radius autour du cubitus varie depuis la pronation complète jusqu'à la demi-supination. La pronation peut être augmentée par la torsion du carpe où l'on trouve cet os détaché du scaphoïde, que l'on a désigné sous le nom d'os intermédiaire. La longueur totale de la main, mesurée depuis le poignet jusqu'à l'extrémité du doigt médius, est presque égale à celle de l'avant-bras. Le pouce, dont le sommet atteint la base de la deuxième phalange du second doigt, s'oppose à la masse des autres doigts, et concourt avec eux à saisir puissamment les objets, mais il ne peut être fléchi que simultanément avec eux et ne jouit d'aucune indépendance.

Membre abdominal. — Le *psoas* est assez vigoureux. Il s'attache à un petit trochanter bien saillant. Il recouvre complètement le muscle *iliaque interne*, en sorte qu'au premier abord on pourrait croire que celui-ci n'existe pas, comme d'ailleurs le donnerait à penser l'étroitesse de la fosse iliaque interne. Cependant cette face de l'iléon donne bien attache à un faisceau de fibres charnues, en sorte que l'*iliaque interne* existe réellement.

Le *petit fessier*, très-épais, recouvre presque toute l'étendue de la fosse iliaque externe.

Le *moyen fessier* ne prend attache en conséquence qu'au voisinage de la crête iliaque.

Le *pyramidal* s'applique à son bord interne et ne fait qu'un plan avec lui; on le reconnaît aux digitations qui répondent à ses attaches transversaires.

Le *tenseur du fascia lata* est représenté par une lame charnue qui vient de l'épine iliaque antérieure et supérieure et va se fixer au troisième trochanter. En ce point, il s'unit au grand fessier, mais il en est distinct supérieurement.

Le *grand fessier* se compose de deux faisceaux, savoir : 1° un faisceau iléo-sacro-fémoral, situé en arrière d'une ligne étendue

entre le troisième trochanter et l'angle interne de la crête iliaque. Il s'attache par l'intermédiaire d'une aponévrose à cet angle de l'iléon et aux apophyses de toutes les vertèbres sacrées ainsi que de la première caudale. Les fibres convergent sur le troisième trochanter, et, dans ce trajet, enveloppent et coiffent le grand trochanter dont elles sont séparées par une bourse muqueuse; 2° un faisceau fémoro-coccygien, qui se détache des apophyses transverses des deux premières vertèbres caudales et s'étale en un éventail qui s'insère à la ligne âpre jusqu'au dessous de son tiers inférieur.

Ce faisceau du grand fessier est séparé par le nerf sciatique d'un muscle que l'on pourrait au premier abord considérer comme le carré de la cuisse. Un examen plus approfondi démontre une autre analogie. En effet, ce muscle s'attache à la tubérosité de l'ischion, à l'apophyse transverse de la première caudale et à une bride fibreuse qui unit ces deux points en formant un pont sous lequel passe le muscle obturateur interne. Cette bride fibreuse ne peut être qu'un vestige du ligament sacro-sciatique et le muscle répond sans aucun doute à l'*ischio-coccygien*; il forme d'ailleurs un plan charnu qui va s'insérer sous le fémoro-coccygien aux deux tiers supérieurs de la ligne âpre.

Cet ischio-coccygien, déformé par son prolongement fémoral, recouvre un autre faisceau charnu qui répond exactement au *carré de la cuisse*. Inséré d'une part sur la tubérosité de l'ischion, il va se fixer au tiers supérieur de la ligne âpre.

Le système des *obturateurs* et des *jumeaux* est surtout remarquable par le développement de ces derniers faisceaux; l'ischion présente au-dessous de l'épine sciatique une gouttière profonde pour l'obturateur interne.

Quant au système des adducteurs proprement dits, il comprend une couche profonde et une couche superficielle. La couche profonde se compose d'un *muscle pectiné* et d'un *faisceau symphysaire* qui vont se fixer auprès du petit trochanter. La couche superficielle se compose d'un *adducteur pectiné* et d'un *faisceau symphysaire* répondant au *deuxième adducteur*, qui vient se fixer au tiers moyen de la ligne âpre. Le troisième adducteur ou *grand adducteur* n'existe pas. Aussi le fémur est-il, dans la moitié inférieure de sa face postérieure et interne, absolument lisse et dépourvu d'insertions muscu-

dérable qui se fixe au fémur sur une ligne qui réunit le grand et le petit trochanter et va se terminer sur l'angle interne de la rotule. Ce faisceau adhère par son bord inférieur à une aponevrose qui le relie au demi-membraneux, enveloppe tout le côté interne du genou, et va se confondre avec l'aponevrose jambière.

Il y a dans la disposition de ces différents faisceaux du triceps fémoral plus d'un détail qui rappelle ce qu'on voit chez les Oiseaux.

Le *jambier antérieur* n'est composé que d'un faisceau qui s'attache au côté interne du premier cunéiforme avec une petite expansion pour le premier métatarsien. Il est très-vigoureux; son tendon présente un épaississement fibro-cartilagineux au moment où il passe sous l'anneau fibreux inter-malléolaire, et, à partir de ce point jusqu'à son insertion, forme une corde tendue qui soulève les téguments.

L'*extenseur propre du pouce*, qui vient du péroné et du ligament interosseux, est beaucoup plus faible que le muscle précédent qui le cache en partie. Son tendon, en passant sous l'anneau fibreux, croise celui du jambier antérieur en le recouvrant; il descend ensuite obliquement sur la face interne de l'extrémité postérieure du scaphoïde où il est retenu par un anneau fibreux, puis s'avance le long du scaphoïde pour gagner le premier métatarsien, et enfin les phalanges où il s'insère.

L'*extenseur commun des doigts*, inséré tout entier sur le péroné, se porte vers le côté externe du calcanéum, où il est retenu par un anneau fibreux qui lui est propre. Il ne se divise qu'à quelque distance de ce point pour fournir les tendons des quatre doigts proprement dits. De ces tendons, celui du cinquième doigt marche presque en droite ligne, tandis que les autres ont une direction de plus en plus oblique.

Le *pédieux* s'insère à toute l'étendue de la face dorsale du long calcanéum. Il fournit, comme d'habitude, au pouce et aux trois premiers doigts; le tendon du pouce se porte presque transversalement sur la base du premier métatarsien, et longe cet os pour atteindre la première phalange.

Il n'existe pas de *péronier antérieur*.

Les *péroniers latéraux* sont complètement distincts l'un de l'autre. Le *court péronier latéral* enveloppe le péroné dans sa

partie libre et dans la partie qui est soudée au tibia. Son tendon terminal se réfléchit derrière la malléole externe et s'avance le long du tarse, jusqu'à l'apophyse postérieure du cinquième métatarsien, sur laquelle il s'épuise en partie ; le reste des fibres constitue un tendon grêle qui va gagner la première phalange.

Le *long péronier latéral* s'attache à la tête du péroné et à la tubérosité externe du tibia ; son tendon, qui est libre dès la moitié de la jambe, se réfléchit avec le précédent derrière la malléole, et va gagner la gouttière du cuboïde, où il se réfléchit de nouveau pour aller s'insérer à la base du premier métatarsien.

Le *poplité* naît du condyle externe par un tendon muni d'un fort sésamoïde, et s'étale en un triangle charnu qui s'applique à la face postérieure et interne du tibia. Il est très-développé. (La face postérieure du tibia regarde beaucoup en dedans.)

Le système des muscles jumeaux et soléaire est très-développé.

Le *jumeau interne* est muni d'un fort sésamoïde. Sa partie charnue est courte ; sa partie tendineuse peut être suivie distinctement dans toute la longueur du tendon d'Achille.

Le *jumeau externe* s'attache au condyle externe par l'intermédiaire d'un fort sésamoïde relié à la rotule par un fort épaissement de la capsule articulaire. Son corps charnu est court. Il fournit manifestement le faisceau le plus direct du tendon d'Achille.

Le *soléaire* naît de la tête du péroné par un petit tendon plat, et se termine sur la face profonde de l'aponévrose du jumeau externe.

Le *plantaire grêle* est très-développé ; il s'attache au sésamoïde du jumeau externe ; son tendon se porte au côté interne du tendon d'Achille, puis au voisinage du calcaneum, le contourne, et s'épanouit sur sa face postérieure pour se terminer dans l'aponévrose plantaire.

L'aponévrose, dont le plantaire grêle est le tenseur, consiste principalement dans le faisceau moyen, les parties latérales étant d'une ténuité excessive. Cette aponévrose plantaire moyenne est constituée par une lame fibreuse très-forte qui se fixe à la base du cinquième métatarsien et envoie des digitations vers les doigts. Elle donne attache à deux muscles que nous décrirons plus loin.

Le tendon d'Achille est libre de fibres charnues dans toute la

moitié inférieure de la jambe. Par suite de la saillie du calcanéum, ce tendon s'écarte manifestement ; on trouve dans son épaisseur un os sésamoïde, dans le point où il glisse dans la gouttière postérieure de l'apophyse calcanéenne avant de se fixer à la tubérosité de cette apophyse.

Le *jambier postérieur* s'attache au ligament interosseux immédiatement au-dessous du poplité. Il est formé d'un corps charnu très-réduit qui devient tendineux vers la moitié de la jambe. Le tendon, très-grêle, longe le tibia, se place dans une gouttière derrière la malléole interne, et va se fixer à une saillie de l'extrémité postérieure du scaphoïde, sans pourtant s'y épuiser. Une partie de ses fibres s'étale en une membrane qui tapisse le fond d'une gouttière destinée au tendon du fléchisseur commun des doigts. Cette membrane se relie d'ailleurs au ligament calcanéo-scaphoïdien et à l'anneau fibreux qui bride le tendon du fléchisseur, et, en outre, elle se continue par un ruban tendineux qui longe la face plantaire du scaphoïde, et va se terminer en partie sur son extrémité antérieure, en partie, par une expansion plus faible, sur les cunéiformes et sur les ligaments tarso-métatarsiens.

Les *muscles fléchisseurs profonds des doigts* sont au nombre de deux, l'un qui vient du péroné, l'autre qui vient du tibia. Le *muscle péronéal (fléchisseur propre du pouce)*, inséré aux trois quarts supérieurs du péroné, fournit un tendon qui se place au fond de la gouttière astragalo-calcanéenne, où il est retenu par une saillie de l'astragale, et, vers l'extrémité antérieure du tarse, s'applique à la face profonde du tendon suivant, avec lequel il s'unit de la manière la plus intime.

Le *muscle tibial (fléchisseur commun)* s'attache au tibia immédiatement au-dessous du bord inférieur du poplité. Il est très-vigoureux, et se termine vers le milieu du tibia par un tendon large et plat, qui se place derrière la malléole interne dans la même gouttière que celui du jambier postérieur, puis, se dirigeant obliquement vers l'axe du pied, glisse dans une autre gouttière que lui offre à sa face plantaire l'extrémité postérieure du scaphoïde, s'avance vers le métatarse, et, au moment d'atteindre cette région, s'unit au tendon du muscle péronéal. Le tendon commun ainsi formé se divise presque aussitôt en cinq tendons destinés au pouce et aux quatre doigts proprement dits. De la face superficielle des tendons des quatre doigts propre-

ment dits naissent des corps charnus, qui sont les *lombricaux* au nombre de quatre, et les *fléchisseurs superficiels* du 5^e, du 4^e et du 3^e doigt. Le *fléchisseur superficiel* du 2^e doigt naît isolément de la face profonde de l'aponévrose plantaire dans le voisinage du métatarse.

La *chair carrée* d'Hippocrate n'est représentée que par une bride fibreuse excessivement mince.

Eminence hypothénar. — L'*abducteur* du 5^e doigt est un muscle très-volumineux qui s'attache à toute la face plantaire du long calcanéum. Il cesse d'être charnu sur le cuboïde, et se termine par un tendon qui va s'attacher au côté libre de la base de la première phalange.

Un petit faisceau charnu correspond à un court fléchisseur et à un opposant. L'adducteur est représenté par l'interosseux plantaire.

Eminence thénar. — L'*adducteur du pouce*, très-développé, se compose de deux faisceaux charnus. L'un de ces faisceaux s'attache à l'extrémité antérieure du scaphoïde, et vient s'insérer directement sur le côté interne de la base de la première phalange. L'autre faisceau s'attache sur la partie de l'aponévrose plantaire qui correspond à la moitié antérieure du calcanéum, et vient se joindre obliquement au faisceau précédent.

Le faisceau scaphoïdien de cet adducteur recouvre un corps charnu qui correspond au court fléchisseur et à l'opposant.

Il y a en outre un *adducteur*, composé d'un faisceau oblique et d'un faisceau transverse, occupant toute la palmure du pouce, et dont les insertions s'étendent jusqu'au troisième métatarsien. Il s'attache au côté externe de la base de la première phalange du pouce, mais n'envoie pas, comme chez les Singes, un tendon vers la phalange terminale.

Dans ce membre abdominal du Tarsier, la cuisse et la jambe sont l'une et l'autre très-allongées, la jambe l'emportant à peine sur la cuisse; le pied, dans sa totalité, est égal à la jambe.

Le fémur peut exécuter sur le bassin des mouvements très-variés, mais cette étendue et cette variété se manifestent surtout dans les mouvements passifs.

Les plus fortes puissances musculaires de ce membre sont celles qui ramènent la jambe à l'extension et celles qui la fléchissent complètement sur la cuisse.

La flexion complète de la jambe sur la cuisse est accompa-

gnée d'une rotation qui a pour effet d'écarter la jambe considérablement en dehors, en sorte que, si l'on projetait sur un même plan horizontal les axes de ces deux segments, les projections de ces axes dessineraient un angle de près de 45°.

De la sorte, la flexion de la jambe éloigne le talon de l'axe du corps. Mais il arrive pour le tarse, que, par compensation, tandis que l'extension ramène le talon en dedans et tourne le pied en dehors, la flexion porte au contraire le talon en dehors et, par conséquent, le pied en dedans.

Le fait le plus remarquable à signaler consiste dans le mouvement que le scaphoïde exécute autour du calcanéum. *C'est un véritable mouvement de pronation et de supination où le calcanéum joue le rôle d'un cubitus, et le scaphoïde celui d'un radius.* Il est curieux de voir ici la fonction se manifester en même temps que la forme. Ce mouvement varie depuis la pronation complète jusqu'à la demi-supination. On ne peut pas le comparer à celui que le scaphoïde exécute habituellement sur l'astragale, et qui offre le caractère de l'inclinaison et de la torsion, tandis que c'est ici une simple rotation, absolument comparable à celle que nous offre l'avant-bras chez un grand nombre d'animaux.

Les agents de ce mouvement du scaphoïde ne sont pas des muscles spéciaux analogues aux pronateurs et aux supinateurs de l'avant-bras; il ne peut être produit que par les muscles dont l'action se porte sur les autres régions de la main, les muscles dorsaux agissant comme supinateurs, et les muscles palmaires agissant comme pronateurs. Le pronateur par excellence serait ici le faisceau aponévrotique de l'adducteur du pouce, qui croise dans toute sa largeur la partie antérieure du tarse. La description détaillée des différents muscles de cette région présente à ce point de vue un véritable intérêt. »

Séance du 22 Juillet 1865.

PRÉSIDENCE DE M. D'ALMEIDA.

M. Marey communique les résultats de ses recherches sur la manière dont s'éteint la contractilité du cœur.

M. Gris fait une communication sur les cellules intra-vasculaires de certaines espèces ligneuses qui, d'après ses observations, sont le siège d'une abondante formation d'amidon et concourent, comme les rayons médullaires, le parenchyme ligneux, les parties vivantes de la moelle, à la nutrition du végétal.

M. Dehérain est nommé membre titulaire dans la deuxième section en remplacement de M. Berthelot.

M. Résal est nommé membre correspondant.

Séance du 29 Juillet 1865.

PRÉSIDENCE DE M. D'ALMEIDA.

M. Dareste communique à la Société les résultats de ses recherches sur les monstruosité doubles.

M. de la Gournerie et M. Fischer présentent quelques observations à ce sujet.

Séance du 5 Août 1865.

PRÉSIDENCE DE M. D'ALMEIDA.

M. Alix fait une observation à propos de la correspondance.

M. Dareste fait une communication sur les Moutons acéphales.

Le révérend père Angelo Secchi et le commandeur Cavalieri San Bartholo sont nommés membres correspondants.

M. de Caligny communique les résultats de ses travaux sur l'alimentation des écluses par le moyen de sa colonne oscillante.

Sur les écluses de navigation, par M. de Caligny.

HYDRAULIQUE. — M. de Caligny a communiqué dans cette séance quelques détails sur des expériences en grand, ayant pour objet l'étude d'un moyen qu'il a proposé pour épargner l'eau dans les écluses de navigation.

Comme il a déjà fait à la Société des communications sur ce système, on se bornera à dire aujourd'hui que, l'application de cette invention ayant été faite sur une grande échelle (les dimensions étant précisément choisies telles qu'on peut les conserver pour une écluse de navigation ordinaire), les conditions de durée et d'effet utile sont ce qu'elles doivent être pour la pratique. La manœuvre de l'appareil ne présente aucune difficulté. Elle se trouve parfaitement à la portée de l'éclusier le plus ordinaire. Il y a, au reste, deux manières de considérer la question.

Comme l'appareil est réduit à n'avoir que très-peu de périodes, il n'y a aucun avantage bien sérieux à obtenir une marche automatique. Cette marche étant d'ailleurs facile à obtenir pour les dernières périodes, sans que cela diminue l'effet utile, il est intéressant de le savoir pour épargner encore *au besoin* un peu de temps. En effet, si l'éclusier cesse entièrement de s'occuper de la marche de l'appareil dans les dernières périodes, cela lui donne le temps d'aller s'occuper du reste de la manœuvre pendant que le système marche encore utilement. Il est d'ailleurs à remarquer que, l'effet des dernières périodes diminuant de plus en plus, il y a une limite au delà de laquelle l'appareil peut s'arrêter sans inconvénient ; et il vaut même mieux qu'il s'arrête, alors qu'il reste ouvert de manière à ne plus servir, à partir de cette époque, que comme tuyau de conduite pour achever plus vite l'opération. Or, c'est précisément ainsi que les choses sont disposées, quand l'appareil s'arrête alors de lui-même, parce que la différence des niveaux d'où résulte l'écoulement est devenue trop faible pour déterminer les phénomènes de succion dans les conditions dont il s'agit pour la marche automatique. De sorte que le tube mobile, dont la levée permet l'écoulement de l'eau dans le sens voulu, reste tout naturellement levé, quand il n'est plus utile que l'appareil continue à fonctionner.

Ces détails sur la marche automatique ne sont plus d'ailleurs considérés que comme secondaires à cause du très-petit nombre de périodes dont on peut se contenter. Si d'ailleurs l'éclusier a un peu moins d'efforts à faire, quand la marche n'est pas du tout automatique, cet avantage peut faire plus que compensation.

En résumé, le problème célèbre de l'épargne de l'eau dans les écluses de navigation est résolu dans les conditions de la pratique. On peut d'ailleurs augmenter l'effet utile et diminuer la

durée de la manœuvre, en augmentant les dimensions de l'appareil, les choses pouvant être disposées de manière à ce que cela n'augmente en rien le travail de l'éclusier, du moins si l'on renonce à la marche automatique.

Réclamation en faveur de Gratiolet, par M. Alix.

M. Alix a demandé la parole à propos de la correspondance qui comprend le numéro du journal *l'Institut* du 2 août. Ce numéro contient une analyse de la séance de l'Académie royale de Belgique (classe des sciences) du 15 janvier 1865. Il y est dit que M. Gluge, dans un rapport sur un travail remarquable de M. Boddaert, de Gand, destiné à démontrer que les prolongement des cellules de la moelle sont en continuité avec des fibres nerveuses, a fait remarquer que ces résultats n'étaient pas tout à fait nouveaux et que déjà R. Wagner, Stilling et Fromann les avaient indiqués. M. Alix fait remarquer que, à côté de ces noms, M. Gluge a oublié d'inscrire celui de Gratiolet, qui doit être considéré comme le premier auteur de cette importante découverte, puisqu'il a signalé, d'une part, la présence de cordons établissant des communications directes entre les cellules de la moelle, et, d'autre part, la continuité de certains prolongements des cellules avec les fibres nerveuses du tronc, en 1852 (1), à une époque où personne encore n'en avait parlé, et où de tels faits étaient en désaccord avec les idées les plus généralement acceptées.

(1) V. journal *l'Institut*, T. XX, 1852, p. 272, et Gratiolet, *Anat. comp. du syst. nerv.* 1857, p. 31.

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE
DE PARIS.

Séance du 21 Octobre 1865.

PRÉSIDENCE DE M. D'ALMEIDA.

Séance du 28 Octobre 1865.

PRÉSIDENCE DE M. D'ALMEIDA.

M. Dareste communique les résultats de ses recherches sur l'inversion des viscères et principalement sur l'inversion du cœur.

Séance du 4 Novembre 1865.

PRÉSIDENCE DE M. D'ALMEIDA.

M. Moutard fait une communication sur une construction géométrique des coniques osculatrices à une courbe ou à une surface algébrique.

M. Bour communique une note sur les cônes circulaires roulants.

M. Alix complète ses observations sur la myologie du Tarsier.

Sur les cônes circulaires roulants, par M. Edmond Bour.

Considérons un solide de révolution (ou plus généralement un solide dont l'ellipsoïde central soit de révolution autour d'une droite OC, que nous nommerons l'*axe de figure*); et supposons que le mouvement de ce corps se compose d'une rotation uniforme, n , autour de l'axe de figure, et d'une précession également constante, Ψ , autour d'une droite donnée OV. On demande de déterminer la grandeur, la direction et le *sens* du couple accélérateur.

Composons la rotation n et la précession Ψ , nous aurons l'axe de la rotation instantanée du corps, et, en faisant tourner cet axe, soit autour de OV, soit autour de OC, nous obtiendrons deux cônes, l'un fixe dans l'espace, l'autre mobile avec le corps. On sait que le mouvement du corps peut être exactement représenté par le roulement du deuxième cône sur le premier.

Pour trouver le couple capable d'entretenir un pareil mouvement, considérons le point I, où l'axe instantané vient rencontrer la méridienne de l'ellipsoïde central, et du centre O de cette ellipse abaissons une perpendiculaire sur la tangente en I : la direction de cette perpendiculaire est celle de l'axe du couple résultant des quantités de mouvement du solide, et la *vitesse*

du point G , extrémité de cet axe, est en grandeur et en direction l'axe du couple accélérateur cherché (1).

Il suit de là que l'axe de ce couple est dirigé suivant la ligne des nœuds (c'est-à-dire suivant la perpendiculaire au plan qui contient à la fois les lignes OV , OC , OI et OG), et que la longueur de cet axe est égale à

$$G \Psi \sin g,$$

G étant la longueur OG , et g l'angle GOV . Enfin le sens du couple, c'est-à-dire celui de la vitesse du point G , se détermine facilement par le sens de la précession Ψ , en observant que la direction OG tombe toujours dans le même quadrant elliptique que l'axe instantané OI .

Le but de cette note est de signaler deux cas particuliers qui paraissent avoir échappé à Poinsoot dans son beau mémoire sur les cônes circulaires roulants.

1^{er} Cas. L'angle VOC est aigu : la génératrice OS tombant dans l'intérieur de cet angle, les deux cônes sont extérieurs. Si l'angle au sommet du cône fixe est suffisamment petit, et si l'ellipsoïde central est allongé, la ligne OG pourra passer de l'autre côté de OV , et alors le sens du couple accélérateur est tel qu'il tend à appuyer le cône mobile sur le cône fixe.

2^e Cas. L'angle VOC est obtus, l'angle au sommet du cône fixe est assez petit ; la génératrice OS fait un angle obtus avec OC , ce qui veut dire que l'axe du cône mobile est le prolongement de l'axe OC , ou que le cône mobile enveloppe le cône fixe. Alors, si l'ellipsoïde central est aplati, il est possible que OG aille tomber de l'autre côté de OV par rapport à OI , circonstance de laquelle il résulte encore que le couple accélérateur tend à appuyer le cône mobile sur le cône fixe.

Dans tous les autres cas, ainsi que l'a énoncé Poinsoot, le couple tend à séparer les deux surfaces.

(1) En général, dans un système matériel quelconque, et relativement à une origine fixe quelconque, la vitesse de l'extrémité de l'axe du couple résultant des quantités de mouvement des points du système, est donnée en grandeur et en direction par l'axe du couple résultant des forces extérieures. Cet énoncé géométrique remarquable des théorèmes relatifs aux aires a été, je crois, signalé pour la première fois par M. Résal.

Le fait que j'indique est évident de lui-même, si l'on remarque que, dans les deux cas que je considère, le corps abandonné à lui-même tend à rouler sur un cône qui enveloppe le cône fixe donné VOI, c'est-à-dire à se détacher de ce dernier cône. Si donc on veut l'obliger à prendre le mouvement que nous supposons, il faut agir de manière à appuyer le cône mobile sur le cône donné VOI.

Nouvelles observations sur la myologie du Tarsier,
par M. Alix.

Dans une des séances précédentes, j'ai fait part à la Société de quelques observations relatives à la myologie des membres du Tarsier. Depuis cette époque, M. Édouard Verreaux a bien voulu me confier le corps entier d'un autre animal de cette espèce. J'ai pu sur ce nouveau sujet examiner les muscles du tronc et vérifier, en ce qui regarde les membres, l'exactitude des faits que j'avais énoncés, sauf une erreur que je m'empresse de rectifier.

En effet, j'ai décrit l'*extenseur commun des orteils* comme formé d'un seul corps charnu attaché à la partie supérieure du péroné ; la dissection n'avait pas été poussée assez loin ; l'extenseur commun des orteils se compose de deux corps charnus bien distincts. L'un de ces corps charnus, très-grêle, vient uniquement de l'extrémité supérieure du tibia où il s'attache à la ligne concave qui réunit la tubérosité antérieure à la tubérosité externe. L'autre corps charnu, beaucoup plus fort, s'attache au ligament interosseux, et au péroné dans le quart inférieur seulement de la partie de cet os qui n'est pas soudée au tibia. Ces deux faisceaux s'appliquent l'un à l'autre sans adhérer et suivent la direction que nous avons décrite. En atteignant la base du métatarse, chacun d'eux se divise en deux tendons. Le premier faisceau fournit le tendon du deuxième doigt et celui du troisième ; le second faisceau fournit le tendon du quatrième doigt et celui du cinquième. Un filet tendineux établit une communication entre le tendon du troisième doigt et celui du quatrième.

Cette rectification me paraît d'autant plus importante que le

mode de répartition des divisions de l'extenseur commun soit à la main, soit au pied, peut être regardé comme un caractère commun à tous les animaux du groupe des Lémuridés, caractère auquel n'échappe pas l'Aie-Aie (Owen, Cheiromys).

J'ajouterai que l'extenseur propre du pouce s'attache au bord interosseux du péroné dans la même étendue que l'extenseur commun au ligament interosseux et au bord interosseux du tibia, que le jambier antérieur s'attache uniquement aux tubérosités antérieure et externe du tibia et à la partie de cet os qui n'est pas soudée au péroné. Ces dispositions, qui contribuent à la physionomie générale de la jambe des Tarsiers, peuvent devenir intéressantes pour la comparaison de ces animaux avec certains Rongeurs.

Muscles du tronc. — Je vais les énumérer successivement en commençant par ceux qui se rendent au membre thoracique. L'ordre que je suivrai dans cette description n'est pas exactement conforme à la méthode que je préfère, mais il m'évitera des répétitions.

Le *grand pectoral* s'insère, sur la ligne médiane seulement, à toute la longueur du sternum dont les différentes pièces sont légèrement carénées.

Vers l'extrémité xyphoïdienne de cet os, il naît d'une lame fibreuse qui entre-croise ses éléments avec ceux de l'aponévrose du grand oblique. Médiocrement épais dans la plus grande partie de son étendue, il est fortifié au sommet de la poitrine par un faisceau charnu bien distinct, épais et arrondi, qui se dirige transversalement vers la tête humérale. Ce faisceau s'attache, non pas à la première pièce normale du sternum qui porte la clavicule et la première côte, mais à un os styloïde inséré sur cette pièce d'une manière assez mobile. La force de ce faisceau semble compenser l'absence de la portion claviculaire du grand pectoral.

Le *petit pectoral*, remarquable par sa force, s'attache aux deux tiers postérieurs du sternum et à l'aponévrose qui recouvre dans sa portion thoracique le droit antérieur de l'abdomen. Quelques-unes de ses fibres vont se confondre avec celles du grand oblique.

Il y a un muscle *sous-clavier* dont le développement est tout à fait remarquable. C'est un faisceau charnu très-vigoureux qui s'attache d'une part au cartilage de la première côte, et d'autre

part aux deux tiers externes de la clavicule. Il atteint l'articulation acromio-claviculaire, et dessine une saillie qui, du côté du cou, dépasse le bord de la clavicule.

Il existe chez le Tarsier, comme chez les Singes, un muscle qui, de l'extrémité externe de la clavicule, se dirige vers l'atlas; mais, au lieu de se fixer à la masse transversaire de cette vertèbre, il s'attache en partie à son corps, en partie à l'os basilaire, en sorte que le nom de *cléido-occipitien* lui conviendrait avec autant de raison que celui de *cléido-atloïdien*. Cette disposition se retrouve chez certains Rongeurs, tandis que chez les Singes le muscle s'attache toujours à l'apophyse transverse de l'atlas.

L'*omohyoïdien*, large et épais, attaché à la partie moyenne du bord coracoïdien de l'omoplate, est dépourvu d'intersection tendineuse, ainsi que l'a remarqué Burmeister.

Le *grand dentelé*, attaché aux 8 premières côtes, forme un large éventail. Son extrémité scapulaire se ramasse pour se fixer au bord spinal dont nous avons signalé le peu de longueur.

Il forme un plan continu avec un *angulaire de l'omoplate* très-développé qui s'attache aux apophyses transverses de toutes les vertèbres cervicales à l'exception de l'atlas.

Le *rhomboïde* se compose de deux faisceaux, dont l'un, s'attachant uniquement à l'angle du scapulum, semble correspondre au rhomboïde de la tête, quoiqu'il n'atteigne pas l'occipital.

Le *grand dorsal*, de force médiocre, n'offre qu'une seule digitation attachée à la 13^e et dernière côte; ses fibres charnues dépassent à peine la région dorsale; elles se terminent sur une lame fibreuse qui se fixe à la crête iliaque et aux apophyses épineuses lombaires et sacrées.

Le *trapèze*, médiocre dans sa partie dorsale, est beaucoup plus fort dans sa partie cervico-céphalique.

Son insertion à la ligne courbe de l'occipital recouvre celle du *sterno-cléido-mastoïdien* qui s'étale de manière à s'insérer sur toute la longueur de cette ligne courbe. Les deux faisceaux de ce dernier muscle, confondus dans presque toute leur étendue, ne se séparent qu'à une petite distance du thorax. Il y a une petite digitation pour la pointe du sternum, et un gros faisceau charnu pour le quart interne de la clavicule.

Il existe chez le Tarsier deux muscles *petits dentelés* bien développés. Le supérieur s'attache aux 4^e, 5^e, 6^e et 7^e côtes, l'inférieur aux cinq dernières.

Le *droit antérieur* de l'abdomen se prolonge sur le thorax jusqu'à l'articulation sterno-claviculaire qu'il n'atteint cependant que par une expansion fibreuse. *Il s'attache au pubis dans tout l'espace qui sépare la symphyse de l'éminence iléo-pectinée.*

Il est recouvert, près de cette insertion, dans une hauteur de plus de 1 centimètre, par un plan charnu à fibres obliques qui n'est pas autre chose que le muscle *pyramidal*, remarquable ici par son développement et attaché au pubis dans une égale étendue.

Le *grand oblique* s'attache à toutes les côtes à partir de la cinquième et reçoit un petit faisceau de l'angle de l'iléon. Il est remarquable par l'excessive obliquité de ses fibres. Celles qui se trouvent le plus près du sternum sont un peu transversales, mais la plus grande partie est presque parallèle à l'axe du tronc. Cette particularité est en rapport avec la grande longueur de la région abdominale chez le Tarsier.

Le pilier interne de l'anneau inguinal se présente sous l'apparence d'un tendon vigoureux ; le pilier externe est beaucoup plus faible. Cet anneau est remarquable par sa hauteur ; le cordon testiculaire sort de l'abdomen par son angle supérieur, et, comme ce cordon n'a d'ailleurs qu'une longueur médiocre, il en résulte que le testicule reste appliqué au ventre sans descendre au-dessous du pubis et se trouve, par conséquent, placé au-devant de la verge comme chez les Marsupiaux ; mais il n'y a là qu'une ressemblance apparente, car chez les Marsupiaux le cordon testiculaire sort de l'abdomen par l'angle inférieur de l'anneau en rampant sur le pubis, tandis que chez le Tarsier, il est séparé du pubis par le droit antérieur et par le pyramidal, qui s'insèrent, ainsi que nous l'avons dit, à toute la longueur de la branche horizontale de cet os.

Le *petit oblique* et le *transverse* sont réduits à des plans d'une excessive minceur.

Nous ajouterons immédiatement, pour achever ce que nous avons à dire de la région abdominale proprement dite, que le *grand psoas* et le *petit psoas* s'attachent aux trois dernières dorsales et que le petit psoas s'insère par un tendon très-vigoureux sur l'éminence iléo-pectinée. Ce dernier muscle est grêle, mais le grand psoas est très-fort et la grande longueur de la région lombaire, composée de six vertèbres, contribue encore à augmenter son étendue. Il est presque confondu avec le *carré*

des lombes, faisceau musculaire épais qui s'attache aux trois dernières apophyses transverses dorsales et à la base de la dernière côte pour aller se fixer à la crête de l'iléon sur l'angle externe, de laquelle il envoie un tendon très-vigoureux qui indique la ligne de séparation des deux muscles. Ils adhèrent d'ailleurs l'un et l'autre à toutes les vertèbres lombaires.

Passons maintenant aux muscles de la colonne vertébrale proprement dite et des gouttières costo-vertébrales.

La colonne vertébrale du Tarsier, composée de 7 vertèbres cervicales, 13 dorsales, 6 lombaires, 3 sacrées, et 33 coccygiennes, est remarquable par la brièveté du cou, l'étendue médiocre de la région thoracique, et la longueur de la région lombaire. Il résulte de là que les faisceaux musculaires sont très-ramassés dans la région cervicale, médiocrement développés dans la région thoracique, très-développés et très-distinctement divisés dans la région lombaire et dans la région sacro-coccygienne.

Le système constitué à la face antérieure de la colonne cervicale par le droit antérieur et le long du cou est très-vigoureux. Le *droit antérieur* s'attache à tout l'os basilaire non-seulement dans sa partie occipitale, mais encore dans sa partie sphénoïdale, et envoie des digitations successives aux apophyses transverses des vertèbres cervicales depuis l'axis jusqu'à la sixième. Il embrasse une série de faisceaux obliques qui partent des corps de l'atlas, de l'axis, et des 3^e, 4^e et 5^e cervicales, et envoient des digitations successives aux apophyses transverses des vertèbres cervicales depuis l'axis jusqu'à la 6^e. Ce système forme, comme d'habitude, un triangle opposé base à base à un autre triangle charnu dont les éléments se détachent des corps des trois premières dorsales et de la 7^e cervicale pour se terminer sur le tubercule costal sécuriforme de l'apophyse de la 6^e cervicale.

Le système latéral des *scalènes* se compose d'un *scalène postérieur*, très-large et très-fort, terminé par deux digitations insérées sur les deux premières côtes, immédiatement au devant du grand dentelé, et par un *scalène antérieur* qui n'atteint pas les côtes et règne seulement sur les apophyses transverses des vertèbres cervicales.

Quant aux *intertransversaires*, ils sont peu développés et presque confondus avec les scalènes. Le *droit latéral* de la tête est seul distinct.

La série des scalènes est continuée à la région dorsale par des muscles *surcostaux* peu volumineux, mais bien dessinés.

A la face dorsale de la région cervicale, on doit remarquer le développement considérable des muscles qui de l'atlas et de l'axis vont à l'occipital, développement en rapport avec l'étendue du mouvement de la tête sur la colonne vertébrale. Ainsi, le *petit droit postérieur*, qui va de l'atlas à l'occipital, est très-fort; le *grand droit postérieur*, qui va de l'axis à l'occipital, est encore plus développé, l'axis présente, pour son insertion, une apophyse épineuse saillante et trilobée; le muscle que l'on désigne chez l'Homme sous le nom de *grand oblique* et qui va de l'apophyse épineuse de l'axis à l'apophyse transverse de l'atlas est ici moins long, moins large et moins épais que le *muscle petit oblique* étendu de l'apophyse transverse de l'atlas à l'occipital.

Il y a un muscle *surtransversaire*, très-fort, qui part de l'apophyse transverse de l'atlas et va s'épuiser par des digitations sur les apophyses transverses de toutes les autres vertèbres cervicales, ainsi que de la première dorsale.

Je n'ai pas trouvé de *petit complexus*, c'est-à-dire de muscle surtransversaire partant de l'apophyse mastoïde et se rendant aux mêmes points que le précédent.

Quant au *grand complexus*, il est large et épais; il vient, comme d'habitude, de la partie interne de la ligne courbe de l'occipital, et envoie des digitations sur les apophyses articulaires de toutes les vertèbres qui se succèdent depuis la troisième cervicale jusqu'à la septième dorsale.

Il est recouvert par un *splénus* qui n'a qu'un faisceau mastoïdien et n'envoie aucune digitation aux apophyses transverses de la région cervicale.

Le *sacro-lombaire* est médiocre dans sa portion lombaire et dans son trajet sur les dernières côtes, mais il se fortifie vers le sommet du thorax, et se termine sur l'apophyse transverse de la septième cervicale. Il n'a pas d'attache iliaque et naît d'une aponévrose très-forte dont on voit manifestement les faisceaux s'insérer sur les apophyses épineuses des régions lombaire et sacrée.

Le *long du dos* vient de la même aponévrose. Il se fixe comme d'habitude sur les côtes et sur les apophyses trans-

verses dorsales. Il se fortifie en s'approchant du cou et se continue par une série de faisceaux jusqu'à la troisième cervicale.

Il y a de petits *muscles interépineux* dans toute la région dorsale.

Le long *interépineux* dorso-lombaire est médiocre. C'est la onzième dorsale qui joue, par rapport aux anses de ce muscle, le rôle de vertèbre indifférente.

Le système des *transversaires épineux* se continue le long de la colonne vertébrale depuis l'axis jusqu'au sacrum. Au cou, un corps charnu assez fort part de l'axis et va sur les apophyses articulaires des autres cervicales et de la première dorsale. Le transversaire épineux du dos est surtout remarquable par la vigueur des tendons par lesquels il s'attache aux tubercules qui surmontent les apophyses articulaires antérieures des trois premières lombaires. En avant de ces tendons, la région dorsale peut se fléchir fortement sur la région lombaire, flexion qui se fait principalement entre la douzième et la treizième dorsales.

Parmi les muscles proprement dits de la région lombo-sacrée dont il nous reste à parler, les uns appartiennent exclusivement à cette région, les autres se rattachent au système des muscles de la queue.

Les premiers sont les *interépineux*, qui vont directement d'une apophyse épineuse à l'autre, et les *transversaires épineux* qui continuent la série commencée à la région dorsale. Ceux-ci sont constitués par des faisceaux qui naissent d'une apophyse épineuse, et vont s'attacher au tubercule qui surmonte l'apophyse articulaire, non pas de la vertèbre suivante, mais de celle qui succède à cette dernière ; ces faisceaux franchissent par conséquent un segment vertébral complet. Ils sont fortifiés par des fibres charnues qui franchissent deux segments vertébraux : en effet, les apophyses épineuses lombaires offrent au bord postérieur de chaque lame une petite pointe qui s'avance sur le côté de l'apophyse épineuse suivante ; c'est à cette petite pointe que s'attache le faisceau dont nous parlons. La série de ces *interépineux* se continue depuis la dernière dorsale jusqu'à la première sacrée.

En dehors de ce premier système, qui remplit la gouttière vertébrale supérieure, celle qui est située entre les apophyses

articulaires et les apophyses épineuses, nous voyons une masse charnue qui occupe la gouttière vertébrale latérale, celle qui s'étend entre les apophyses articulaires et les apophyses transverses.

Cette masse charnue s'attache à toute la gouttière, c'est-à-dire à la face externe des apophyses articulaires antérieures et à la face dorsale des apophyses transverses, et en outre elle s'insère par des filets tendineux à la pointe d'un tubercule épineux qui se détache à la base et au bord postérieur de chaque apophyse transverse des flancs mêmes de la vertèbre et que je nomme, avec Gratiolet, *tubercule postérieur de l'apophyse transverse*. Naissant ainsi de la dernière dorsale et de toutes les vertèbres lombaires et sacrées, ce muscle s'avance vers les vertèbres caudales et se divise en un nombre considérable de longs tendons qui vont s'attacher, sur ces vertèbres, à la série des tubercules qui représentent les apophyses articulaires antérieures. Ce muscle est un *sacro-coccygien supérieur* ; il relève la queue, et, lorsqu'il agit sans son congénère, il l'incline de son côté. Chacun de ses tendons, au moment où il s'incline, reçoit les fibres d'un muscle court qui s'attache sur la face dorsale de la vertèbre précédente.

Ce muscle ne fournit cependant pas à toutes les vertèbres caudales ; il est fortifié dans la gouttière sacro-iliaque par un faisceau vigoureux qui vient de la crête iliaque où il semble continuer le carré des lombes ; il s'accolle au précédent et fournit les tendons qui atteignent les dernières vertèbres caudales.

Une lame aponévrotique, venue de l'angle externe de la crête iliaque, va s'attacher aux apophyses transverses des trois premières caudales. Elle sépare le sacro-coccygien supérieur d'un faisceau latéral (*iléo-coccygien latéral*) qui va de la crête iliaque au sommet des mêmes apophyses transverses.

Ce dernier muscle est en série avec une succession de muscles courts qui s'attachent aux apophyses transverses caudales, et, sur les vertèbres où ces apophyses sont représentées par deux tubercules situés aux deux extrémités de la vertèbre, à celui de ces tubercules qui se trouve en avant. Le muscle s'attache au flanc de la vertèbre, et le tubercule postérieur lui sert de poulie de réflexion.

L'iléo-coccygien latéral est séparé par le fémoro et par l'ischio-coccygien insérés, comme nous l'avons dit, aux apophy-

ses transverses des premières caudales, du système des muscles inférieurs de la queue, parmi lesquels nous avons à distinguer le *sacro-coccygien inférieur*, l'*iléococcygien* et le *pubiococcygien*.

Le *sacro-coccygien inférieur* est constitué par un gros corps charnu inséré sur la face ventrale du sacrum qu'il recouvre comme fait le *psoas* pour la face ventrale des vertèbres lombaires. En sortant du bassin, il se divise en de nombreux tendons très-grêles qui se rendent à la face ventrale de toutes les vertèbres coccygiennes, à partir de la quatrième. Cette insertion se fait sur les os en V, ou, à leur défaut, sur les tubercules placés à l'extrémité antérieure des vertèbres. Avant de s'insérer ainsi, chaque tendon reçoit les fibres d'un muscle court qui vient de la vertèbre précédente.

L'*iléococcygien* s'insère sur la ligne qui limite le détroit supérieur; mais comme, en raison de la forme très-allongée de l'iléon, cette ligne est presque parallèle à l'axe du corps, les fibres de ce faisceau sont au premier abord difficiles à distinguer de celles du *sacro-coccygien* qui suivent la même direction. Bientôt ce muscle devient oblique, recouvre en le croisant le *sacro-coccygien*, et va se terminer sur les trois premiers os en V.

Le *pubiococcygien* se porte presque directement de la symphyse pubienne vers le premier os en V, en formant un anneau qui entoure l'extrémité rectale de l'intestin.

Pour compléter l'énumération des muscles du tronc, nous dirons quelques mots des muscles qui meuvent le maxillaire inférieur.

Le *sterno-thyroïdien* et le *sterno-hyoïdien* sont assez forts, ainsi que les muscles de la région sus-hyoïdienne.

Le *digastrique* est très-fort. Il présente un corps charnu volumineux qui s'attache dans une grande étendue à la région mastoïdienne, se loge dans une gouttière formée par l'intervalle qui sépare la caisse tympanique de l'apophyse transverse de l'atlas, et se relie par un tendon d'une longueur remarquable au corps charnu antérieur qui s'attache au tiers moyen du maxillaire et n'atteint la symphyse que par un prolongement fibreux.

Le *masseter* est remarquable par sa force et son épaisseur. On peut lui distinguer deux faisceaux. Le faisceau superficiel,

attaché sur la partie malaire de l'arcade zygomatique, se dirige très-obliquement vers l'angle de la mâchoire, laissant au devant de lui toutes les dents molaires ; on trouve dans son épaisseur un trousseau fibreux d'une force et d'une épaisseur considérables. Le faisceau profond est dirigé verticalement, la branche ascendante de la mâchoire présente une cavité pour son insertion.

Le *ptérygoïdien interne* est également très-fort et le *ptérygoïdien externe* est bien distinct.

Le *temporal* est énorme ; il est très-épais et contient dans son intérieur une lame fibreuse très-forte. Il enveloppe complètement l'apophyse coronoïde. La plus grande partie de ces fibres et dirigée obliquement d'arrière en avant.

Parmi les faits divers que nous venons de rappeler, les uns peuvent aider à caractériser le Tarsier comme espèce, les autres sont en rapport avec son genre de vie et son rôle dans la nature ; d'autres enfin prennent un intérêt singulier aux yeux de l'anatomiste comparateur en lui fournissant des faits capables d'étendre ou de modifier la conception générale du type des animaux vertébrés.

Séance du 11 Novembre 1865.

PRÉSIDENCE DE M. D'ALMEIDA.

M. Fischer communique diverses observations :

1^o Sur l'accouplement du *Carcinus mœnas* ;

2^o Sur un polypier qui se développe sur les coquilles habitées par les Pagures.

3^o Sur l'accouplement de la Tortue terrestre (*Testudo mauritanica*) et sur un caractère qui distingue la carapace du mâle et celle de la femelle.

M. Vulpian rend compte de ses expériences sur la transfusion du sang d'un animal invertébré dans les voies circulatoires d'un animal vertébré.

Cette communication donne lieu à plusieurs observations de M. Fischer et de M. Berthelot.

M. Vulpian fait ensuite part à la Société d'une remarque qu'il a faite sur le volume énorme des ganglions du grand sympathique chez le Poisson lune (*Orthogoriscus mola*).

Quelques observations sont présentées à ce sujet par M. Fischer et par M. Alix.

Expériences sur la transfusion du sang d'Invertébrés dans les voies circulatoires de Vertébrés, par M. Vulpian.

Dans le cours de recherches sur la transfusion du sang, j'ai été conduit, à examiner l'influence que pouvait avoir l'injection du sang d'animaux invertébrés dans l'appareil circulatoire d'animaux vertébrés. Gaspard (1) paraît être le seul physiologiste qui se soit occupé de cette question, du moins si j'en juge d'après les auteurs classiques que j'ai pu consulter. Encore faut-il dire que Gaspard n'a fait qu'une expérience et seulement avec le sang de Colimaçons. On connaît son expérience. Après avoir retiré deux onces de sang à un Levraut pesant une livre trois quarts, il injecta dans la jugulaire de cet animal trois onces de sang tiède d'Escargot. Pendant plus d'une heure après l'expérience, l'animal fut dans un état d'ivresse ou d'hébètement, avec contorsion de la tête sur l'épaule gauche et impossibilité de marcher ou de sauter à moins de tomber sur le côté gauche. Au bout de trois heures, la démarche était devenue presque naturelle, et il y eut même retour de l'appétit. Le soir, nouveaux symptômes nerveux, et mort dans la nuit, douze heures après l'injection. L'examen des diverses parties du corps ne montra de lésions que dans le péricarde qui était plein de sérosité rougeâtre, et dans le cœur et les poumons qui étaient parsemés d'ecchymoses ou plutôt de points et taches inflammatoires.

Après avoir donné ces détails que je viens de reproduire presque littéralement, Gaspard émet l'opinion que les phénomènes observés ont été dus à ce que les petits vaisseaux n'ont pu s'accommoder de ce sang à globules grossiers, et qu'il en est résulté, d'une part un engorgement inflammatoire aux poumons et au cœur, et, d'autre part, un embarras de la circulation céré-

(1) *Mémoire sur le Colimaçon*, par B. Gaspard. (Journal de Magendie, t. II, p. 295 et suiv., 1822.)

brale, lequel a déterminé les symptômes nerveux offerts par l'animal.

Cette expérience de Gaspard semble n'avoir excité aucune surprise chez les auteurs qui l'ont citée. Et cependant, comment s'expliquer les diverses circonstances de l'expérience et la survie assez longue de l'animal ? Gaspard opère un Levraut pesant une livre trois quarts, et il lui enlève deux onces de sang. Or, il s'en fallait de bien peu sans doute que ce ne fût la totalité du sang de l'animal ; car, à supposer que la quantité totale du sang d'un Mammifère soit égale à la dixième partie du poids du corps, on voit qu'il devait rester chez le Levraut moins d'une once de sang au moment de la transfusion. Puis il injecte trois onces de sang d'Escargot, c'est-à-dire une quantité supérieure à la quantité que l'animal possédait de son propre sang avant l'opération. Mais de quelle façon avait-il à sa disposition trois onces de sang d'Escargot à l'état liquide ? C'est ce qui aurait dû être indiqué, car le sang de ces animaux se coagule avec assez de rapidité pour que ce détail de l'expérience soit impossible à comprendre. Et le Levraut à qui on a enlevé presque tout son sang, auquel on a injecté trois onces de sang d'Escargot, survit douze heures ! Il n'aurait probablement pas survécu si longtemps si l'on avait injecté, au lieu de sang d'Escargot, la même quantité de sang d'un Mammifère d'un autre ordre.

J'ai répété l'expérience de Gaspard, dans d'autres conditions. La transfusion de sang d'Escargot a été faite sur des Chiens. Comme j'avais l'intention surtout de rechercher si le sang des Invertébrés agit à la façon d'une substance toxique, lorsqu'il est introduit dans les voies circulatoires d'un Vertébré, j'ai pensé qu'il suffisait d'injecter une petite quantité de ce sang, et qu'on pouvait le dépouiller du petit nombre de globules qu'il contient. D'ailleurs ce dernier point est une nécessité qu'il faut subir : il est, en effet, impossible, à moins de l'addition d'une substance étrangère, d'avoir à sa disposition du sang complet d'Escargot à l'état liquide, à cause de la coagulation qui se fait au fur et à mesure qu'on le recueille. Une autre difficulté se présente ; on ne peut qu'avec beaucoup de peine obtenir le sang sans aucun mélange avec la sécrétion visqueuse de l'animal, et, dès que ce mélange a lieu, même en petite quantité, le liquide ne peut plus perdre complètement sa viscosité.

Dans une expérience, on prit tout le sang qu'on put retirer de

vingt gros Escargots (*Helix pomatia*). On battit le sang pendant qu'on le recueillait, et l'on parvint ainsi à en séparer la fibrine sous forme de petits flocons nuageux. On mêla le sang ainsi battu avec de l'eau et l'on filtra le mélange. On obtint environ vingt grammes de liquide qui furent injectés chez un Chien par une des veines crurales. L'injection est faite avec force. Aussitôt agitation qui cesse un instant après. Les mouvements respiratoires sont arrêtés : on cherche si le cœur bat, et l'on constate que ses mouvements sont aussi abolis. On fait immédiatement l'ouverture de la cavité thoracique : le cœur est immobile, l'oreillette droite paraît gorgée de sang. On l'ouvre ; elle contient une grande quantité de sang déjà coagulé. La veine cave inférieure est de même remplie par un caillot volumineux.

Il paraissait probable que la mort presque subite avait été causée par la coagulation du sang, et que cette coagulation avait été elle-même déterminée par le mélange brusque du sang de Colimaçon avec le sang du Chien. Je me décidai donc à renouveler l'expérience, en maintenant toutes les conditions de la première, sauf toutefois la force avec laquelle avait été poussée l'injection. Sur un autre Chien, on transfusa par la veine crurale la même quantité d'une dilution aqueuse semblable de sang d'Escargot (le liquide étant encore très-légèrement visqueux), en faisant l'injection avec une grande lenteur. Il y eut une faible agitation et un peu de tremblement musculaire pendant le temps de l'opération. Mais à peine délié, l'animal présentait complètement ses allures normales, et il n'éprouva aucun accident consécutif ni le jour même ni les jours suivants.

Il me parut qu'il y aurait un certain intérêt à faire une expérience du même genre avec du sang d'Écrevisse (*Astacus fluviatilis*). On prit le sang de douze Écrevisses, que l'on avait bien battu pendant qu'on le recueillait, on le mêla à une petite quantité d'eau, et on filtra le mélange pour le débarrasser des flocons fibrineux qu'il contenait. (On remarqua que le sang, qui était rosé au moment où il tombait dans le vase, était devenu, après le battage, d'une teinte neutre, un peu bleuâtre, probablement par le fait de l'oxygénation ainsi produite.) On obtint environ quinze ou vingt grammes de sang dilué par de l'eau et filtré. Ce liquide fut injecté avec lenteur chez un Chien, par une des veines crurales. On n'observa aucun trouble pendant l'injection, et il n'y eut pas le moindre phénomène morbide consécutif ni le jour même ni les jours suivants.

Ces expériences montrent que le sang de certains Mollusques et de certains Annelés peut être transfusé chez les animaux vertébrés sans produire des troubles notables et qu'il n'agit pas par conséquent, dans ces conditions, comme le feraient des substances toxiques. Elles font voir aussi que les accidents qu'on a observés ou qu'on peut observer dans certains cas de ce genre sont dus surtout à des obstacles mécaniques que le sang injecté peut déterminer en provoquant une rapide coagulation du sang de l'animal qui subit la transfusion.

Recherches sur le système sympathique du Poisson-lune,
par M. Vulpian.

Des observations bien connues de Breschet et de Lallemand, de Montpellier, ont établi que, chez les fœtus amyélencéphales, les ganglions du système grand sympathique sont proportionnellement beaucoup plus développés que chez les fœtus normaux, et l'on a conclu de ces observations que les ganglions sympathiques avaient pu, dans ces conditions, suppléer le système cérébro-spinal dans quelques-unes de ses fonctions. J'ai eu l'occasion de constater un fait d'anatomie comparée qui semble venir à l'appui de cette conclusion. La classe des Poissons offre deux exceptions très-remarquables à la disposition générale de la moelle épinière chez les Vertébrés. On sait que, chez les animaux de cet embranchement, la moelle épinière occupe une grande partie du canal rachidien, et que, chez beaucoup d'entre eux, chez les Reptiles, les Batraciens urodèles et la grande majorité des Poissons, elle se prolonge même jusqu'à l'extrémité de ce canal. Chez la Baudroie (*Lophius piscatorius*) et chez le Poisson-lune (*Orthrorogiscus mola*) la moelle épinière ne dépasse guère la cavité crânienne; le canal vertébral ne contient que le faisceau de tous les nerfs rachidiens formant ici une volumineuse queue de cheval, dès le commencement de ce canal. Chez le Poisson-lune, en cherchant à étudier la disposition du grand sympathique dans la région caudale, j'ai été frappé du développement considérable qu'offre ce département du système nerveux dans cette région, et cela d'autant plus

que je savais qu'il est très-peu apparent chez la plupart des Poissons.

M. Stannius paraît être le premier anatomiste qui ait décrit la partie caudale du grand sympathique chez les Poissons osseux. Il a constaté que le système sympathique est là renfermé dans le canal sous-vertébral, et qu'il est tantôt formé de deux cordons, tantôt d'un seul, et parfois le cordon, simple en un point, se bifurque pour redevenir unique plus loin. — Il y aurait sur le trajet des cordons fondamentaux de petits renflements ganglionnaires.

Chez le Poisson-lune, le système sympathique, dans la région caudale, se compose de deux cordons longitudinaux qui parcourent le canal vertébral inférieur dans toute sa longueur et de ganglions volumineux en relation avec chacun de ces cordons. Je n'ai pas pu voir comment le système sympathique est constitué à la partie antérieure de l'animal, car, lorsque j'ai fait cette recherche, je n'avais plus à ma disposition que la partie caudale de l'axe vertébral. Je prends le système sympathique à l'endroit même où le tronçon postérieur a été séparé de la région antérieure du corps, et je ne parle d'abord que d'un des côtés, du côté gauche. Là, le cordon longitudinal sympathique est assez grêle; il est accolé à la face interne de la base de la lame vertébrale inférieure; il suit le contour de cette base, et, continuant son trajet légèrement courbe, il paraît entrer dans un ganglion volumineux qui est placé en grande partie en dehors du canal vertébral inférieur. Ce ganglion commence dans le canal vertébral inférieur, au niveau de la partie antérieure de la vertèbre correspondante, par un renflement un peu aplati, irrégulièrement triangulaire, puis sort du canal au milieu de l'intervalle de deux lames vertébrales, et se continue sur la partie latérale de la vertèbre, en formant une courbe à concavité antérieure. Le nerf rachidien, qui sort de la vertèbre précédente, vient obliquement, d'avant en arrière et de haut en bas, rejoindre l'extrémité du ganglion, longe son bord postérieur et l'abandonne au milieu du bord convexe de l'arc qu'il forme, pour aller en arrière dans les muscles et le tégument. Le ganglion, au niveau de sa partie qui est contenue dans le canal sous-vertébral, donne plusieurs filets qui se portent vers la veine caudale et l'aorte. Ces filets sont grêles, et quelques-uns d'entre eux présentent quelques petits renflements arrondis ou

fusiformes, d'aspect ganglionnaire. Ces filaments se ramifient déjà d'ordinaire avant d'entrer en rapport avec les vaisseaux, et ils sont probablement destinés à ces vaisseaux et à leurs branches, qui paraissent ainsi pourvus très-richement de nerfs vaso-moteurs. Du bord interne du ganglion naissent d'autres petits filaments qui vont, en passant entre l'aorte et la vertèbre, s'anastomoser avec des filaments nés du ganglion correspondant de l'autre côté. Trois cordons nerveux, dont deux sont assez gros, partent encore du bord antérieur et du bord postérieur du ganglion pour se rendre, semble-t-il, dans les masses musculaires voisines. Enfin, du bord postérieur du ganglion se détache un filet nerveux, qui se dirige d'avant en arrière, dans l'intérieur du canal sous-vertébral et n'est autre chose que le cordon fondamental du système sympathique. On le suit facilement jusqu'au ganglion en rapport avec la seconde vertèbre. Ce second ganglion est plus nettement détaché du nerf rachidien correspondant que le précédent, et peut-être est-il un peu moins volumineux en somme. Le ganglion précédent offrait vingt-huit millimètres de longueur totale et cinq millimètres de largeur dans les points les plus larges. Celui-ci n'a guère plus de quinze millimètres de longueur et six millimètres de largeur dans les points les plus larges ; mais il paraît plus épais que le premier ganglion. Le nerf rachidien ne s'accôle à ce ganglion que dans une très-petite partie de son trajet. Un autre nerf vient s'y rendre ou en naît, au niveau de son bord antérieur, et, à l'endroit où il est en rapport avec le ganglion, il offre un renflement formé évidemment par accumulation de tissu ganglionnaire. Le ganglion donne, comme le précédent, des filets destinés aux vaisseaux, et d'autres filets établissant des communications avec le ganglion correspondant de l'autre côté ; de plus aussi, à la partie postérieure du ganglion, on voit renaître le cordon fondamental, qui se dirige dans l'intérieur du canal sous-vertébral, d'avant en arrière, et va se mettre en rapport avec un troisième ganglion correspondant à la troisième vertèbre. Ce ganglion est très-volumineux aussi, et je ne mentionnerai que ses caractères spéciaux. Il est uni complètement sur la ligne médiane avec le ganglion du côté opposé. Un rétrécissement profond indique d'ailleurs le point où a lieu la coalescence. Du côté du nerf rachidien avec lequel il est en relation, il s'atténue peu à peu et prend la forme d'un cordon ; mais à

l'endroit où il se réunit au nerf celui-ci est renflé, fusiforme, et ce renflement est dû bien certainement à une accumulation d'éléments ganglionnaires. Le ganglion du sympathique donne encore les mêmes branches que les précédents, à l'exception toutefois des branches anastomotiques devenues inutiles. Il reçoit ou donne encore un gros cordon nerveux au niveau de son bord antérieur. Jusqu'à l'extrémité postérieure du canal sous-vertébral, on retrouve ainsi de ce côté un ganglion au niveau de chaque vertèbre, et ce ganglion, toujours volumineux, l'est cependant de moins en moins, à mesure qu'on se rapproche de l'extrémité postérieure.

La même disposition, à très-peu de choses près, se répète du côté droit. Il n'y a, entre les deux ganglions qui répondent à chaque vertèbre que des différences relatives surtout à la forme. Le volume des ganglions est à peu près le même des deux côtés. Je n'ai vu manquer qu'un seul ganglion d'un côté et alors le cordon fondamental de ce côté allait par un trajet oblique se jeter dans le ganglion du côté opposé, et reparaisait au-dessous de ce ganglion, pour prendre un nouveau trajet oblique, mais en sens inverse, et aller gagner le ganglion suivant de son propre côté.

Ainsi donc, chez le Poisson-lune, il y a un système sympathique extrêmement développé, au moins dans la région caudale. Bien que je susse, par les recherches de M. Stannius, que la partie caudale du sympathique est assez grêle chez les autres Poissons, et qu'elle est pourvue de renflements en général de petites dimensions, j'ai cherché à voir par moi-même la disposition du système sympathique caudal chez les Sélaciens (Raie) et chez le Congre (*Muraena conger*). Chez ces Poissons, la partie caudale du sympathique est si peu développée, qu'à l'œil nu, il m'a été impossible de constater nettement l'existence de ce système nerveux dans cette région. Chez le Congre cependant, il y a des ganglions volumineux dans la région antérieure de ce système.

Il eût été très-intéressant de rechercher si l'on trouve chez la Baudroie une disposition analogue à celle que je viens de décrire chez le Poisson-lune, parce que l'on serait alors bien plus en droit de penser que cette disposition est en rapport avec la réduction si considérable que présentent les dimensions de la

moelle épinière chez ces animaux ; mais je n'ai pas eu d'occasion de pouvoir faire cette recherche.

J'ai étudié la structure des ganglions sympathiques chez le Poisson-lune. Outre une assez grande quantité de tissu conjonctifs et de tubes nerveux, on trouve des cellules nerveuses de deux sortes. Les unes, les plus nombreuses, sont les plus petites. Elles ont, en moyenne, quatre à cinq centièmes de millimètre de diamètre ; elles sont transparentes, très-peu granuleuses. Elles m'ont paru munies d'un à trois prolongements, et elles contiennent un volumineux noyau qui paraît, dans certaines d'entre elles, combler presque toute la cavité. Ce noyau est pourvu d'un nucléole assez gros et brillant. Ces cellules sont ovales, ou irrégulièrement polygonales. Les autres cellules, bien moins nombreuses, sont beaucoup plus volumineuses. Elles ont douze à quinze centièmes de millimètre de diamètre dans le sens de leur plus grande dimension. Elles ont une forme généralement ellipsoïde. Contenues dans une capsule à parois peu épaisses mais assez adhérentes au tissu circonvoisin, elles sont assez facilement expulsées hors de cette capsule qui figure ainsi une sorte d'alvéole vide ; souvent aussi elles se rétractent et laissent un intervalle entre leur pourtour et la surface interne de la capsule. Aucune de ces cellules que j'ai pu voir dégagées de leur capsule ne m'a paru offrir une membrane extérieure propre. Peut-être la membrane d'enveloppe, si elle existe, restait en rapport avec la capsule. Les cellules séparées consistaient en un amas de matière granuleuse contenant un noyau volumineux, ovalaire, lequel avait, au niveau de son plus grand axe, de neuf à dix centièmes de millimètre de diamètre. Dans ce noyau on voyait un, deux ou trois nucléoles, parfois arrondis, quelquefois allongés, réniformes ou même pyriformes. Je n'ai pu apercevoir distinctement qu'un prolongement polaire qui sortait très-souvent de la capsule en même temps que la cellule, et l'on pouvait bien reconnaître alors que ce prolongement n'avait pas la même constitution que la matière granuleuse de la cellule, car il était toujours transparent, homogène, parfois très-finement strié en long, et d'ailleurs on le voyait s'enfoncer dans la matière granuleuse. Probablement il se met ainsi en rapport avec le noyau ; mais je n'ai jamais pu le suivre nettement jusqu'à ce noyau, encore moins par conséquent jusqu'à l'un des nucléoles.

J'ajoute qu'une continuité entre le prolongement polaire et le

nucléole unique ou l'un des nucléoles, telle qu'elle est admise par plusieurs auteurs pour les éléments nerveux d'autres animaux, me paraît ici très-peu vraisemblable. Le prolongement polaire est bien plus large que les nucléoles ; il n'a pas les mêmes caractères optiques et ne se colore pas de même par la fuchsine. J'ajoute, en passant, que des différences du même genre se retrouvent chez les animaux chez lesquels on a admis cette continuité.

En étudiant les éléments qui constituent les ganglions du Poisson-lune, j'avais pour but de chercher s'il n'y avait pas là des cellules analogues à celles de la substance grise de la moelle épinière des autres Poissons. Je dois dire que, parmi ces éléments que j'ai indiqués, je n'ai reconnu aucune de ces cellules très-allongées, triangulaires, que l'on trouve dans la substance grise de la moelle des Poissons. Je ne pense pas d'ailleurs que l'on puisse tirer de cette différence un argument bien sérieux contre l'hypothèse qui attribuerait à ces volumineux ganglions le pouvoir de jouer en partie un rôle analogue à celui de la moelle. Car, lorsqu'il s'agit de cellules nerveuses, on n'est pas autorisé, quoiqu'on en ait dit, à déduire, d'une façon absolue, le rôle fonctionnel des caractères morphologiques.

Il me paraît au moins possible, d'après l'examen anatomique seul, que ces ganglions ne soient pas destinés uniquement à fournir des éléments nerveux aux vaisseaux ou aux glandes de la région. Si j'avais pu suivre les gros cordons nerveux qui naissent de ces ganglions, du moins en partie, et qui se dirigent vers les parties latérales de cette région, j'aurais peut-être trouvé quelques lumières dans leur destination périphérique. Malheureusement la mutilation de la queue de l'animal n'a pas permis de faire cette recherche.

Le fait du développement énorme du système grand sympathique dans la région postérieure du corps, coïncidant chez le Poisson-lune avec l'existence d'une moelle épinière extrêmement courte, m'a paru en tout cas offrir un certain intérêt, surtout lorsqu'on le rapproche des observations de Breschet et de Lallemand que j'ai rappelées au commencement de cette note ; et c'est pour cela que j'ai cru pouvoir en entretenir la Société.

Séance du 18 Novembre 1865.

PRÉSIDENCE DE M. LABOULAYE.

M. le Président annonce la mort de M. Edmond Desains, membre honoraire.

M. de Luynes demande que la séance soit levée immédiatement. Cette proposition est adoptée à l'unanimité.

Séance du 25 Novembre 1865.

PRÉSIDENCE DE M. D'ALMEIDA.

M. Bert fait part à la Société du résultat de ses expériences sur l'action de certains modificateurs des parties dans la greffe animale. Il s'occupe spécialement des effets de la température et du dessèchement.

MM. Berthelot et Fischer présentent quelques observations.

M. Vulpian expose les doutes qu'on peut avoir quant au renouvellement des tissus, tel qu'il est admis par la plupart des physiologistes.

Une discussion à laquelle prennent part MM. Bert et Berthelot s'engage sur cette communication.

Sur la théorie de la mutation moléculaire incessante de la matière organisée dans les êtres vivants, par M. Vulpian.

Chargé cette année du cours de physiologie comparée au Muséum d'histoire naturelle, j'ai exposé, dans une partie de ce cours, le mécanisme de la formation des os. J'ai été ainsi amené à examiner une des questions les plus importantes de la physiologie générale, à savoir la question de la mutation de la matière dans les corps organisés et vivants. Cet examen a fait naître en moi des doutes que je vais soumettre à la Société.

Y a-t-il, comme l'ont admis des naturalistes et physiologistes éminents, une mutation incessante de la matière dans les corps organisés, pendant toute leur vie?

M. Flourens, s'appuyant sur ses expériences relatives au mécanisme de la formation des os, adopte pleinement cette manière de voir. Il ne parle d'abord que du développement des os : « Le grand ressort du développement des os, dit-il, est la mutation de la matière. » Mais, après avoir cité les idées de Buffon et de Cuvier sur ce sujet, il généralise la proposition : la loi, la grande loi qui fixe le rapport des forces avec la matière, dans les corps vivants, est donc, d'une part, la *permanence des forces*, et, de l'autre, la *mutation de la matière*.

MM. Serres et Doyère, dans le mémoire qu'ils ont publié sur la coloration des os chez les animaux soumis au régime de la garance (1), ont été conduits par leurs expériences à nier l'existence de la mutation de la matière dans les os arrivés à peu près au terme de leur développement. « Cet *échange*, disent-ils, ce » *renouvellement*, ce *tourbillonnement* perpétuels des molé- » cules ne sont point une condition essentielle des tissus vi- » vants, à moins qu'on ne veuille ranger le tissu osseux parmi » les tissus morts. »

En présence d'une dénégation aussi catégorique, il fallait soumettre à un nouvel examen les faits sur lesquels on s'était appuyé de part et d'autre.

De toutes les expériences faites sur les os, ce sont surtout celles qui ont été instituées à l'aide de la garance qui fournissent les données les plus nettes pour cet examen ; et, il faut le dire, lorsqu'on se met dans certaines conditions, ces expériences paraissent, au premier abord, apporter des arguments décisifs à ceux qui regardent la mutation continue de la matière comme le phénomène fondamental du mécanisme de la vie.

En effet, si l'on donne à un très-jeune animal des aliments mêlés à de la garance, ses os, en très-peu de temps, deviendront entièrement rouges dans toute leur longueur et dans toute leur épaisseur. Si l'on supprime alors la garance, il se formera de la substance osseuse non colorée à l'extérieur des os rouges, et si l'on sacrifie l'animal plusieurs mois après la cessation du régime garancé, on pourra constater que les os auront perdu toute leur coloration primitive. Or la coloration des os, une fois établie, ne peut disparaître que par la disparition

(1) *Annales des sciences naturelles*, II^e série, t. XVII, 1842, p. 153.

des molécules osseuses colorées. Il y aura donc eu un renouvellement complet de l'os depuis la cessation du régime de la garance. Et cependant l'os aura conservé sa forme.

Quoi de plus probant en apparence ?

Il faut toutefois bien noter qu'il s'agit dans ce cas de ce qui s'est passé par suite du développement des os; et l'on n'a pas le droit d'appliquer ce résultat aux phénomènes de la nutrition des os. Et s'il était prouvé que cette rénovation de la matière n'a lieu que pour le développement des tissus, il ne pourrait être question de transformer ce fait particulier en une loi générale du mode d'existence des corps organisés.

Voyons donc ce que disent ces mêmes expériences relativement à la nutrition.

Les animaux adultes ont une nutrition très-active, et les phénomènes nutritifs proprement dits doivent être les mêmes chez eux que dans le jeune âge. Or, si l'on essaye l'action de la garance sur des animaux adultes, Mammifères ou Oiseaux, on voit que leurs os se colorent très-lentement et très-incomplètement; et, de plus, on reconnaît que la coloration, une fois établie, ne disparaît plus. On peut faire l'expérience d'une façon très-instructive, en soumettant au régime de la garance un animal dont le développement n'est pas entièrement achevé encore. Que l'on cesse de donner de la garance, lorsqu'on jugera que les os sont suffisamment colorés, ce qu'on peut examiner directement pendant la vie même de l'animal; on pourra le laisser vivre ensuite plusieurs mois, des années même, sans que la coloration disparaisse. C'est une expérience de ce genre qu'invoquaient MM. Serres et Doyère contre l'idée de la mutation de la matière. Ayant nourri un Pigeon âgé de trois mois environ avec des aliments mêlés à la garance pendant un peu plus d'un mois, ils avaient amputé l'aile gauche de l'animal au moment où ils cessaient de donner de la garance, et l'avaient conservée comme témoin. Huit mois après, on examine l'aile droite, on la compare à l'aile gauche : la teinte est absolument la même dans les os des deux ailes. Nous avons vu des faits du même genre chez les Mammifères. Si la teinte rouge des os est indélébile chez l'adulte, c'est que la substance de ses os est immuable. Il n'y a donc pas de rénovation de la substance des os chez les animaux adultes, à titre de phénomène de nutrition intime, ou du moins

cette rénovation a une telle lenteur qu'elle n'est pour ainsi dire pas appréciable.

En est-il autrement chez les jeunes animaux ?

Il est clair que les choses se passent chez eux tout à fait de la même façon, au point de vue de la nutrition. Nous ne voyons pas non plus les molécules de leurs os disparaître sur place pour être remplacées par de nouvelles molécules. En effet, je suppose que l'on ait soumis un très-jeune animal à un régime mêlé de garancé et qu'on ait supprimé la garance au bout de quinze ou vingt jours : si l'on attend qu'il se soit écoulé depuis lors un ou deux mois, et si l'on divise l'un des os, un tibia, par exemple, en deux moitiés longitudinales par un trait de scie, on retrouve l'os ancien coloré, recouvert d'une couche plus ou moins épaisse de substance osseuse nouvelle, blanche, et l'on reconnaît facilement que l'os ancien conserve toute l'intensité de sa coloration primitive, et il en est ainsi pendant tout le temps qu'il persiste, c'est-à-dire pendant des mois entiers. Évidemment, si des molécules colorées avaient disparu peu à peu, çà et là, pour être remplacées, au fur et à mesure, par de nouvelles molécules, la substance colorée devrait présenter, au bout d'un certain temps, après la suppression du régime garancé, une teinte bien moins vive qu'au moment où a eu lieu cette suppression. Or, il n'en est rien ; et, jusqu'au moment où la substance osseuse colorée va disparaître, rongée pour ainsi dire de dedans en dehors, à la surface interne du canal médullaire de l'os, cette substance restera aussi rouge que le jour où l'on a remis l'animal au régime ordinaire.

Par conséquent, même dans le jeune âge, le travail de la nutrition intime n'est point lié à une rénovation reconnaissable de la substance osseuse.

Ainsi donc, en résumé, au point de vue de la nutrition, du mode d'existence des os, loin que les expériences aient la signification qu'on leur a attribuée, elles en ont une toute contraire, et l'on doit dire, en se fondant sur elles, qu'il n'y a point de rénovation moléculaire de l'os, ni dans l'âge adulte, ni pendant la période du développement.

Il n'y a d'ailleurs pas de différence à faire ici entre le travail de la nutrition et celui du développement. Les considérations qui s'appliquent à l'un s'appliquent nécessairement à l'autre. Il y a bien, par suite du développement, une rénovation de

l'os ; mais cette rénovation se fait par un mécanisme bien différent de celui qu'implique l'idée de la mutation de la matière telle qu'on la conçoit d'ordinaire. Les os longs offrent en effet une rénovation, c'est-à-dire que, lorsqu'ils sont arrivés à leur entier développement, ils ne contiennent plus une seule des molécules qui les constituaient dans les premiers temps de leur formation ; mais cela tient uniquement au mode suivant lequel leur canal médullaire s'agrandit au fur et à mesure que l'os s'accroît en longueur et en grosseur. Il se produit une sorte de travail d'évidement intérieur, qui fait disparaître progressivement les couches les plus profondes de la paroi des os longs. Ce travail se fait par médullisation de ces couches. Or, si nous supposons une expérience dans laquelle un très-jeune animal aurait été nourri avec des aliments mêlés à de la garance pendant un temps suffisant pour colorer ses os dans toute leur épaisseur, et aurait été ensuite remis à un régime normal, voici ce qui se passera. Pendant que les os longs s'accroîtront en grosseur et en longueur par des molécules nouvelles, leur canal s'agrandira par résorption des molécules situées à la surface profonde de la paroi : la substance osseuse rouge disparaîtra donc ainsi peu à peu, en se changeant en tissu médullaire. Si le régime garancé a été institué dès les premiers moments où l'animal a pu manger seul, et s'il n'a pas duré trop longtemps, il pourra se faire que tout l'os coloré pendant ce temps disparaisse plus tard de la façon que je viens d'indiquer. Mais ce sera un résultat qu'on n'obtiendra que bien difficilement chez les Mammifères ; et, en tout cas, il faudra toute la durée du développement de l'animal pour le produire. Il peut donc y avoir, je le répète, rénovation complète des os d'un animal pendant la période du développement ; mais qui ne voit qu'il s'agit là, non pas d'un phénomène nécessaire, général, mais bien d'un phénomène contingent et tout particulier ? Rien ne montre qu'une semblable rénovation ait lieu pour toutes les pièces du squelette, à un semblable degré ; il est même probable que, si les os longs n'avaient point de canal médullaire, la teinte rouge prise par leur tissu compacte, sous l'influence d'une nourriture garancée, serait indélébile. Qui ne voit aussi qu'un travail semblable à celui qui s'effectue dans les os ne saurait servir de preuve à l'hypothèse de la mutation incessante de la matière ? Et que signifierait l'expression violente *tourbillon vital*, appliquée à quelque chose de si calme, de si lentement progressif ?

Mais ce serait évidemment commettre une faute élémentaire de logique que de dire aux partisans de l'hypothèse de la mutation de la matière : L'argument que vous présentiez comme le soutien le plus solide de cette hypothèse n'a aucune valeur : donc l'idée d'une mutation incessante de la matière dans les êtres vivants est une chimère. En effet, il serait possible que la substance des os eût une permanence presque indéfinie, et que les molécules des autres tissus fussent soumises à un renouvellement rapide. S'il n'est pas permis par conséquent d'opposer une négation immédiate aux affirmations de la doctrine en question, nous pouvons au moins examiner si cette doctrine peut invoquer d'autres faits en sa faveur et quelle est la signification réelle de ces faits.

Il y a bien certainement des éléments anatomiques qui se renouvellent intégralement chez les animaux. De ce nombre sont surtout les tissus épidermiques, les épithéliums des membranes muqueuses par exemple. Certaines glandes, surtout dans leur état d'activité fonctionnelle, offrent une mue épithéliale incessante ; c'est ce que l'on voit dans les glandes mammaires, pour n'en citer qu'un exemple.

Mais c'est encore là un fait tout spécial, et qui ne se montre assurément pas dans la plupart des organes. Si nous prenons une autre partie constituée par un agglomérat de cellules analogues aux cellules épithéliales, le foie, voyons-nous dans cet organe des phénomènes comparables à la mue des épithéliums. Y a-t-il un seul indice d'une destruction complète de quelques-unes des cellules hépatiques dans un point et de formation compensatrice de cellules semblables dans d'autres points ? On peut répondre hardiment : Non. Et il en est de même des fibres musculaires, des fibres nerveuses, des cellules nerveuses, des éléments du tissu conjonctif. Si des fibres musculaires devaient disparaître complètement pour faire place à d'autres, on verrait certainement dans tous les muscles un certain nombre de ces fibres en voie de dégénération régressive, tandis que d'autres offriraient les caractères de fibres en voie de développement. Or, si l'on constate parfois dans certains muscles des fibres musculaires remplies de fines granulations graisseuses, et par conséquent en travail d'atrophie ; si, d'autre part, on rencontre quelques fibres pouvant être considérées comme des éléments à l'état de développement incomplet, ce sont encore là des faits exceptionnels en quelque sorte. Quoi qu'on ait dit de la formation

et de la destruction continuelles de fibres nerveuses qui auraient lieu, soit dans le trajet des nerfs, soit au niveau de leur distribution périphérique, on peut sans crainte avancer que ce sont là des assertions sans preuves. Il ne suffit pas de caractériser du nom de *germinaux* les noyaux que l'on trouve sur le trajet des ramifications ultimes des fibres nerveuses, pour s'imaginer que l'on a démontré la réalité d'une production incessante de nouvelles fibres nerveuses dans ces points, et c'est cependant de ce genre de démonstration que certains histologistes paraissent s'être contentés. Je pourrais reproduire ici ce que je viens de dire à propos des fibres musculaires, à savoir qu'on ne voit pas d'une façon constante au milieu des fibres nerveuses normales des fibres nerveuses en voie de régression. Et il en est de même des autres éléments anatomiques que j'ai cités. En un mot, l'on n'a aucune donnée précise sur la durée des éléments anatomiques, et l'on conçoit combien il est difficile d'en établir. Même pour les globules du sang, l'on ne sait rien de précis. On avait espéré que l'on pourrait tirer quelques renseignements des expériences sur la transfusion. En injectant du sang d'un animal dans les vaisseaux d'un animal d'une autre classe possédant des globules d'une autre forme, on peut rechercher pendant combien de temps vivent les globules injectés. M. Brown-Séquard a fait des recherches de ce genre. Mais, sans entrer dans le moindre détail, on comprend combien de pareilles expériences ont peu de valeur ; car, si les globules d'un Chien, injectés dans les vaisseaux d'une Poule ou d'une Oie, ne peuvent y être retrouvés que pendant quinze ou vingt jours, s'ils sont détruits au bout de ce temps, il faut bien remarquer qu'ils sont là dans des conditions anormales, suspendus dans un plasma différent de celui du Chien ; et, par conséquent, il n'y a rien à conclure relativement à la durée des globules sanguins du Chien chez le Chien lui-même.

Ainsi, en ne considérant que la question du renouvellement intégral, et tout d'une pièce pour ainsi dire, de chaque élément anatomique, il n'y a aucune preuve démontrant l'existence générale de ce phénomène physiologique. Il semble même probable que les éléments anatomiques ont pour la plupart une grande persistance.

Mais la rénovation pourrait se faire tout différemment, et, à vrai dire, c'est de cette autre façon qu'on l'entend généralement.

L'élément anatomique persiste, en ce sens qu'il ne disparaît pas en bloc; mais il se renouvelle molécule à molécule, par un processus très-actif, quoique imperceptible. C'est là la véritable rénovation de la matière des corps organisés, c'est là la vraie mutation moléculaire. Il y aurait, dit-on, un double mouvement continu, et en sens inverse, des molécules de l'élément, mouvement d'intégration et mouvement de désintégration.

Il est certain que cette manière de concevoir les phénomènes de la nutrition intime est extrêmement séduisante et qu'elle paraît d'accord avec plusieurs faits très-importants. Il semble réellement que le fonctionnement des éléments anatomiques s'accompagne d'une destruction corrélative et partielle de ces éléments. Ainsi, la réaction des muscles qui est neutre dans l'état normal, devient acide lorsque ces organes ont offert des contractions violentes et prolongées, comme l'a fait voir M. Du Bois-Reymond. Il en est de même des nerfs soumis à des excitations violentes, d'après M. Funke. La substance des muscles et des nerfs ne semble-t-elle pas, par conséquent, subir une modification intime assez profonde? N'est-ce point là une véritable destruction partielle, exigeant une réparation?

Je pourrais multiplier beaucoup les exemples, montrer que des phénomènes chimiques divers se passent dans tous les organes et paraissent impliquer aussi une rénovation moléculaire des éléments; que dans certains organes il y a même par intervalles des modifications appréciables à l'examen microscopique, modifications qui pourraient être interprétées dans le même sens, comme, par exemple, celles qui ont lieu dans le foie, sous l'influence de l'absorption des produits de la digestion; je pourrais rappeler encore les résultats des expériences faites sur l'inanition, citer les observations de M. Budge sur les fibres musculaires, qu'il a vues diminuer de diamètre chez les Grenouilles, sous l'influence d'un jeûne prolongé, et reprendre ensuite progressivement leur diamètre, sous l'influence de l'alimentation; mais je ne puis pas entrer dans des détails qui m'entraîneraient très-loin.

Eh bien, il convient d'abord de noter que certains des faits nombreux dont on pourrait arguer n'appartiennent pas à l'ordre des phénomènes de l'état normal et n'ont qu'une minime valeur, relativement à la théorie en question; et, d'autre part, si l'on veut examiner avec soin tous les faits, on verra qu'on est en droit

d'affirmer qu'aucune expérience nette et directe ne prouve d'une façon décisive que toutes les modifications dont il s'agit dans ce genre de faits ont lieu dans la substance même, dans la substance fondamentale des éléments anatomiques.

Ces éléments peuvent être considérés comme composés de deux ordres distincts de molécules : les unes constituent la substance fondamentale de l'élément ; les autres forment la matière plus ou moins liquide qui imprègne l'élément. Les premières sont peut-être fixes, jusqu'à un certain point ; les autres seraient la partie essentiellement mobile. Il est très-possible que toutes les modifications chimiques constatées jusqu'ici dérivent exclusivement ou presque exclusivement des métamorphoses de cette matière instable, la partie fondamentale de l'élément demeurant inaltéré au milieu de cette mutation dont elle est le théâtre. Rien ne prouve nettement, du moins, qu'il n'en soit pas ainsi, et cette hypothèse aurait l'avantage, en admettant la permanence relative des éléments anatomiques, d'atténuer quelques difficultés physiologiques, entre autres celle qui est relative à la conception des phénomènes de la mémoire, dans la théorie de la rénovation moléculaire incessante de tous les éléments anatomiques.

Du reste, je tiens bien à le dire en terminant, ce n'est pas une réfutation de cette théorie que j'ai eu l'intention de faire. J'ai voulu uniquement établir que cette théorie, qui tient une place considérable dans la physiologie générale, n'est encore qu'une hypothèse dénuée de preuves directes et incontestables.

Séance du 2 Décembre 1865.

PRÉSIDENCE DE M. D'ALMEIDA.

M. Alix fait une communication sur une particularité anatomique que présente le sternum de l'Oryctérope chez lequel la première et la seconde pièce de cet os sont unies entre elles par une articulation mobile.

M. Fischer présente à ce sujet quelques considérations sur ces grande Édentés en général.

M. de la Gournerie fait une communication sur les surfaces tétraédrales symétriques.

M. Regnauld expose la suite des résultats qu'il a obtenus dans ses expériences sur les changements de volumes éprouvés par les combinaisons des bases et des acides.

Une discussion à laquelle prennent part MM. Bour, Debray, Bresse s'engage sur cette communication.

Séance du 9 Décembre 1865.

PRÉSIDENCE DE M. D'ALMEIDA.

M. Moreau expose le résultat nouveau qu'il a obtenu dans quelques expériences sur la rate. Cet organe subit une augmentation de volume notable après la ligature de l'artère splénique : ce phénomène serait en rapport avec le reflux du sang, car il ne paraît pas exister de communications anastomotiques artérielles.

M. Mannheim, de la part de M. Picquet, fait une communication sur les propriétés relatives aux coniques et aux surfaces du second degré.

M. Léon Vaillant donne la description des organes moteurs chez les Tridacnides, et indique les résultats obtenus dans quelques expériences entreprises pour déterminer la force de ces animaux.

M. Stéphan fait une communication sur la série de Lagrange.

Sur les propriétés relatives aux coniques et aux surfaces du second degré, par M. Picquet.

Théorème (a). — Toutes les coniques qui passent par quatre points fixes sont coupées par une transversale suivant un système de points en involution (Sturm).

Autrement : — Toutes les coniques qui passent par quatre points fixes sont coupées par une transversale, suivant un système de points tels que, si un point est le sommet de deux triangles rectangles dont les hypoténuses soient deux des cordes interceptées, toutes les autres cordes jouiront de la même propriété par rapport au même point.

En partant de ce théorème, on arrive aux résultats suivants dont les énoncés se simplifient si l'on affecte d'une épithète, *orthogone*, par exemple, le lieu des points d'où l'on voit sous un angle droit une courbe de second degré.

Théorème I. — « Il existe dans le plan de tout quadrilatère deux points fixes par où passent les cercles orthogones de chacune des courbes du second degré inscrites dans le quadrilatère et d'où l'on voit sous un angle droit chacune de ces courbes. »

Nous appellerons ces points *sommets orthogones* du quadrilatère.

Théorème II. — « La droite qui joint les sommets orthogones d'un quadrilatère est la directrice de la parabole qui est inscrite dans ce quadrilatère. Elle renferme les points de rencontre des hauteurs des quatre triangles formés par les côtés du quadrilatère, de plus elle est perpendiculaire à la droite qui joint les milieux des diagonales. »

Rappelons que le cercle conjugué d'un triangle est celui qui a pour centre le point de rencontre des hauteurs, et pour rayon une moyenne proportionnelle entre les segments interceptés sur une hauteur quelconque par le pied de cette droite, le sommet où elle passe et le point de rencontre des hauteurs. Sachant d'ailleurs d'après M. Paul Serret (*Nouvelles Annales*, 2^e série, tome IV, page 154), que les cercles conjugués des quatre triangles formés par les côtés d'un quadrilatère, cercles dont nous venons de voir que les centres sont en ligne droite, passent par deux points fixes, nous énonçons le théorème suivant :

Théorème III. — « Toutes les circonférences du faisceau des cercles orthogones d'un quadrilatère coupent à angle droit les quatre circonférences du faisceau des cercles conjugués. »

Théorème IV. — « Un pentagone donne lieu à cinq quadrilatères, dont les dix sommets orthogones sont sur un même cercle. »

Énonçons encore un théorème connu, parce que nous en trouverons l'analogie dans l'espace : c'est du reste un cas particulier du théorème I, dans lequel on suppose un sommet du quadrilatère à l'infini.

Théorème (b). — Les directrices de toutes les paraboles inscrites dans un triangle passent par le point de rencontre des hauteurs.

Passons à la géométrie de l'espace.

Théorème V. — « Si à un cône du second degré on peut cir-

« *inscrire un trièdre trirectangle, il est possible d'en circonscrire une infinité d'autres.* »

Ce théorème est le corrélatif du suivant qui est bien connu.

Théorème (c). — Si dans un cône du second degré, on peut inscrire un trièdre trirectangle, il est possible d'en inscrire une infinité d'autres :

Ces deux classes de cônes sont bien définies ; les derniers seront, si l'on veut, les cônes équilatères de première espèce ; les premiers, les cônes équilatères de seconde espèce. Pour justifier ces dénominations, nous rappellerons que, pour ceux-là, la somme des coefficients des carrés des variables est nulle, tandis qu'il est facile de voir que, pour les autres, c'est la somme des carrés des axes.

On conçoit, en vertu du théorème V, que le lieu des sommets des trièdres trirectangles circonscrits à une surface du second degré, que nous affecterons de l'épithète *orthogone*, n'est autre que le lieu des sommets des cônes équilatères de seconde espèce circonscrits à cette surface, lieu qui est généralement une sphère. Cela posé, voici le théorème analogue à celui de Sturm :

Théorème VI. — « *Toutes les surfaces du second degré qui passent par huit points fixes sont coupées par un plan transversal, suivant un système de courbes telles que, si un même point est le sommet de deux cônes équilatères de première espèce, dont deux d'entre elles soient les bases respectives, toutes les autres jouiront de la même propriété par rapport au même point.* »

Il existe en effet une infinité de points satisfaisant à cette condition et situés sur une courbe facile à définir. Cette propriété pourra servir de définition à l'involution plane, et permettra de généraliser un grand nombre de résultats connus sur l'involution de points en ligne droite ; pour le moment, elle nous a servi à trouver les propriétés suivantes.

Théorème VII. — « *Il existe, pour un système de six plans, un point fixe, commun à tous les plans orthogones des paraboloïdes tangents aux six plans, sommet de cônes équilatères de seconde espèce circonscrits à toutes ces surfaces.* »

Nous l'appellerons *sommet orthogone* du système. Ce théorème est l'analogue du théorème b ; au cercle conjugué du triangle correspond la sphère conjuguée des six plans, qui coupe

orthogonalement les sphères ayant pour diamètres les dix diagonales du système des six plans, de même que le cercle conjugué d'un triangle coupe orthogonalement les cercles ayant pour diamètres les hauteurs et les côtés du triangle. C'est M. Paul Serret qui a défini et étudié la sphère conjuguée d'un système de six plans, dont le centre coïncide avec notre sommet orthogone. (*Nouvelles Annales*, 2^e série, tome IV, p. 205).

Théorème VIII. — « Il existe pour un système de sept plans » une droite fixe, intersection commune de tous les plans orthogones des paraboloides tangents aux sept plans; de chacun des points de cette droite comme sommets, on peut circonscrire des cônes équilatères de seconde espèce à toutes ces surfaces. »

Nous appellerons cette droite *axe orthogone* du système des sept plans.

Théorème IX. — « L'axe orthogone d'un système de sept plans renferme les sept sommets orthogones des sept systèmes de six plans auxquels donnent lieu les sept plans considérés; de plus il est perpendiculaire au plan, lieu des centres des surfaces du second degré tangentes aux sept plans. »

Théorème X. — « L'axe orthogone d'un système de sept plans renferme deux points fixes communs à toutes les sphères orthogones des surfaces du second degré tangentes aux sept plans, sommets de cônes équilatères de seconde espèce circonscrits à toutes ces surfaces. »

Nous les appellerons *sommets orthogones* du système des sept plans. Un système de sept plans donnant lieu à sept systèmes de six plans, donne en même temps lieu à sept sphères conjuguées, dont nous venons de voir que les centres sont en ligne droite, et qui ont, d'après M. Paul Serret, un cercle commun dans le plan des centres; nous donnons après cela l'énoncé suivant :

Théorème XI. — « Chacune des sphères du faisceau des sphères orthogones d'un système de sept plans coupe orthogonalement chacune des sphères du faisceau des sphères conjuguées. »

Théorème XII. — « Il existe pour un système de huit plans » un cercle fixe, intersection commune de toutes les sphères orthogones des surfaces du second degré tangentes aux huit

» plans ; de chacun des points de ce cercle comme sommets, on
» peut circonscrire des cônes équilatères de seconde espèce à
» toutes ces surfaces. »

Nous l'appellerons *cercle orthogone* du système.

Théorème XIII. — « Le plan du cercle orthogone d'un système
» de huit plans est le plan orthogone du parabolôide qui leur
» est tangent. Il renferme les huit axes orthogones des huit
» systèmes de sept plans formés par les plans considérés ; de
» plus il est perpendiculaire à la droite des centres des surfa-
» ces du second degré tangentes à ces huit plans.

Théorème XIV. — « Le cercle orthogone d'un système de
» huit plans renferme les seize sommets orthogones des
» huit systèmes de sept plans formés par les plans consi-
» dérés. »

Enfin, comme dans un système de sept plans :

Théorème XV. — « Chacune des sphères conjuguées de tous les
» systèmes de six plans formés par huit plans coupe orthogo-
» nalement chacune des sphères orthogones des surfaces du se-
» cond degré tangentes à ces huit plans.

Seulement ici, ce sont les sphères conjuguées qui passent par deux points fixes situés sur la droite des centres, tandis que les sphères orthogones passent par un cercle fixe ; les rôles sont intervertis.

Théorème XVI. — « Un système de neuf plans donne lieu à
» neuf systèmes de huit plans dont les neuf cercles orthogones
» sont sur une même sphère. »

Séance du 16 Décembre 1865.

PRÉSIDENCE DE M. D'ALMEIDA.

M. Léon Vaillant expose le résultat de ses recherches sur la circulation des Tridacnes. Il insiste sur la disposition des piliers musculaires du cœur au moment du passage de l'intestin au travers de ce viscère et sur la structure des parois artérielles.

M. Bureau fait une communication sur la présence en Bretagne d'une Graminée remarquable, le *Coleanthus subtilis*, qu'on n'a rencontré jusqu'ici que dans le Tyrol, en Bohême et en Suède. Cette plante ne paraît pouvoir exister que sur les schistes ardoisiers siluriens dans des conditions particulières de submersion.

Sur le Coleanthus subtilis Seidel, par M. Bureau.

J'ai visité cet automne, dans le département de la Loire-Inférieure, la localité où M. Georges de l'Isle a découvert, au mois d'octobre 1864, le *Coleanthus subtilis* Seidel, une des plantes les plus remarquables de la flore française.

C'est sur le bord de l'étang de la Forge-Neuve, commune du Grand-Auverné, arrondissement de Châteaubriant, que croît cette curieuse petite graminée. Cette année, les eaux de l'étang se trouvant fort basses, elle s'était, en certains points, abondamment développée sur la vase à découvert.

Le *Coleanthus* est une plante intéressante en même temps par son organisation et par sa distribution géographique.

Sa fleur offre le type le plus simple, le plus incomplet qu'on rencontre dans la famille des Graminées : elle n'a ni glumes, ni glumellules ou paléoles ; les deux glumelles seules existent. Il y a également deux étamines et deux stigmates ; l'ovaire est énorme proportionnellement à la taille exigüe de l'espèce, qui n'a pas plus de 4 à 5 centimètres de hauteur.

Le *Coleanthus subtilis* n'est connu jusqu'ici que sur quatre points de l'Europe : 1° en Bohême, dans les cercles de Beraun, de Pilsen, de Leutmeritz et de Kaurzim ; 2° dans les environs de Christiania ; 3° près de Botzen (Tyrol méridional) ; 4° dans le département de la Loire-Inférieure et dans la partie voisine du département de Maine-et-Loire, où il vient d'être trouvé par M. l'abbé Ravin. Cette espèce occupe donc les extrémités d'un vaste quadrilatère qui s'étend, en latitude, du Tyrol à la Norwège, et, en longitude, de la Bretagne à la Bohême. Son *habitat* paraît déterminé bien moins par le climat que par la nature minéralogique et géologique du sous-sol : en effet, en Bretagne, en Bohême, et, suivant toute apparence, partout où on la rencontre, le terrain est formé par des schistes argileux siluriens. La plante en question est donc du petit nombre de celles qui affectionnent les parties schisteuses des terrains de transition, et parmi lesquelles on peut citer comme exemple : *Plantago carinata*, *Astrocarpus Clusii*, *Hypericum linearifolium*, *Scleranthus perennis*, *Sedum andegavense*, *Gagea bohémica*, etc. ; mais sa station est différente, car les plantes que je viens de nommer

croissent sur des coteaux très-arides, tandis que le *Coleanthus* est une plante de rivages : on la trouve dans les mêmes régions que les précédentes, mais dans les vallées, au bord des étangs, sur la vase formée par la désagrégation des schistes voisins. Cette intéressante espèce exige donc pour son développement un ensemble de conditions qu'on trouve rarement réunies dans notre pays. En dehors de ce que les géologues appellent le *massif breton*, l'Ardenne est à peu près le seul point de la France où l'on pourrait avoir quelque chance de la rencontrer. En Angleterre, c'est dans le pays de Galles qu'il faudrait en faire la recherche.

Un fait assez remarquable, c'est qu'en Bohême, la plante fleurit de juillet à septembre, tandis qu'en Bretagne et en Anjou, on la trouve en fleurs de septembre à novembre. Chez nous la floraison est plus tardive, bien que le climat soit plus doux. Cette apparente anomalie est facile à expliquer. Le *Coleanthus* est annuel, et passe l'hiver sous l'eau, à l'état de graine. C'est pendant l'été seulement qu'il se développe et parcourt toutes les phases de son existence : or, si les hivers sont moins froids, les étés sont aussi moins chauds vers les bords de l'Océan que dans le centre de l'Allemagne ; il n'est donc pas étonnant que la plante soit plus précoce dans cette dernière région.

On peut consulter, au sujet de la découverte du *Coleanthus* en Bretagne, le *Bulletin de la Société botanique de France*, séances des 11 et 25 novembre 1864.

Séance du 23 Décembre 1865.

PRÉSIDENCE DE M. D'ALMEIDA.

M. Laurent fait une communication sur la géographie des anciens peuples en rapport avec la position des dépôts récents.

MM. Berthelot, de la Gournerie et Fischer présentent à ce sujet quelques observations.

M. Cornu expose ses remarques sur quelques relations numériques entre les équivalents chimiques de certains minéraux de filons.

Sur quelques relations numériques entre les équivalents chimiques de certains minéraux de filons ; par M. A. Cornu.

Ayant eu l'occasion de visiter les mines du Harz et d'étudier en particulier l'association des minéraux dans les filons de Clausthal, je rencontrai des relations numériques assez curieuses entre les équivalents chimiques de plusieurs de ces minéraux, relations auxquelles on pourra plus tard attacher quelque valeur théorique, et qui peuvent intéresser les minéralogistes.

A Clausthal, les six minéraux dominants sont le quartz, la pyrite, le cuivre pyriteux, la galène, la blende et la chaux carbonatée : deux autres minéraux, le fer carbonaté et la baryte sulfatée, qui forment, l'un le premier, l'autre le dernier des remplissages principaux, paraissent avoir une importance moindre au point de vue de la constitution des filons.

Le quartz, la pyrite, le cuivre pyriteux et la galène se rencontrent constamment ensemble, et appartiennent vraisemblablement à une période bien définie du remplissage : la blende et la chaux carbonatée forment un autre groupe. Si l'on considère les équivalents chimiques correspondant aux formules les plus simples de ces minéraux, on trouve, en prenant l'équivalent de l'hydrogène pour unité, les nombres suivants :

Quartz Si O^2	30	
Pyrite Fe S^2	60	$= 2 \times 30$
Cuivre pyriteux Fe Cu S^2	91	$= 3 \times 30$ à peu près.
Galène Pb S	120	$= 4 \times 30$

Quant au groupe blende et chaux carbonatée, leur équivalent est sensiblement le même, 50.

Le fer carbonaté avec la formule Fe O. CO^2 conduit au nombre 58, voisin de 60, équivalent de la pyrite, à laquelle il est souvent associé.

La baryte sulfatée, qui, dans d'autres contrées, comme en Saxe, est la gangue de la galène, possède un équivalent 117, également un peu inférieur et voisin du sien.

Dès qu'on se trouve conduit à aligner des chiffres on se laisse souvent entraîner un peu loin : cependant je veux citer encore

quelques autres minéraux bien définis, qui se rencontrent ailleurs en abondance.

Le mispickel $\text{Fe S}^2 + \text{Fe As}^2 = 238$, à très-peu près le double de l'équivalent de la galène : ce minéral, si souvent associé à la série précitée, en formerait le huitième terme.

On trouverait le cinquième terme de la même série si l'on avait quelque motif de doubler la formule de l'étain oxydé $\text{Sn O}^2 = 75$; $\text{Sn}^2 \text{O}^4 = 150 = 5 \times 30$.

Ce minéral est également toujours accompagné par le quartz.

La blende et la chaux carbonatée, avec l'équivalent adopté, ne rentrent pas dans les multiples de 30 : mais si l'on rapproche de la chaux carbonatée l'arsenic et l'argent sulfuré Ag S , qui ont pour équivalents respectifs 75 et 124, on arrive à une série de multiples de 25 : ces trois derniers minéraux sont souvent groupés ensemble à Andréasberg, à Freiberg et à Przibram : l'argent rouge a une composition trop complexe et trop variable pour qu'il soit utile de le mentionner autrement que comme combinaison d'arsenic, de soufre, d'antimoine et d'argent. Je remarquerai à ce propos que l'antimoine a pour équivalent le nombre 120, comme la galène.

C'est avec la plus grande réserve que je présente ces considérations, qui paraîtront peut-être à quelques personnes des coïncidences fortuites : sans y attacher moi-même plus d'importance qu'elles n'en méritent, je ferai remarquer cependant que je ne parle pas ici de minéraux complexes, dont les formules complaisantes se plient à toutes les théories, mais des minéraux les plus répandus, les plus simples comme composition, et dont l'équivalent ne peut être qu'un multiple ou un sous-multiple des nombres adoptés : ainsi je laisse de côté les cuivres gris, les bournonites, etc., les zéolithes, la topaze, dont il serait pourtant si intéressant de connaître définitivement la constitution, car elle est avec le quartz la gangue ordinaire de l'étain.

Il n'y a que le spath fluor qui manque dans cette liste des minéraux simples constituant les filons : mais quel est l'équivalent du fluor ? Le spath fluor Ca Fl donnerait 39 : je pourrais néanmoins le faire rentrer dans le groupe des compagnons de la galène, à laquelle il est si souvent associé, et le mettre à côté de la baryte sulfatée ; car en triplant 39 on arrive à 117, équivalent de ce minéral.

Aussi, malgré les objections qu'on peut faire à la valeur théo-

rique de ces remarques, je crois qu'elles pourront apporter plus tard quelque lumière sur la constitution des filons, surtout si l'on discute avec soin les formules minéralogiques, et si on les contrôle par la détermination précise des chaleurs spécifiques, qui semblent jouer un rôle important dans ces formations.

Séance du 30 Décembre 1865.

PRÉSIDENCE DE M. D'ALMEIDA.

M. Moreau rend compte des faits obtenus par M. Charcot dans un cas de cancer des vertèbres cervicales.

Plusieurs observations sont faites à ce sujet par M. Fischer et par M. Regnaud.

M. Fischer fait une communication sur la distribution géographique des Mollusques.

Considérations relatives aux frottements de l'eau sous de très-grandes pressions, par M. de Caligny.

Le Père Secchi ayant fait connaître à M. de Caligny le détail de travaux que le gouvernement romain l'a chargé d'étudier à l'occasion de la sécheresse extraordinaire de l'année 1865, et l'ayant en outre consulté sur divers projets et sur le rétablissement proposé de travaux hydrauliques exécutés avec succès par les anciens Romains, M. de Caligny a été conduit ainsi à présenter au Père Secchi les remarques qui vont être résumées.

M. de Caligny rappelle d'abord, conformément à ce qu'il a publié, notamment en 1841, dans le Journal de mathématiques de M. Liouville, que les expériences par lesquelles du Buat prétendait établir que les frottements de l'eau étaient indépendants des pressions n'étaient pas suffisantes, parce que les pressions observées dans ces expériences étaient trop petites par rapport à celle de l'atmosphère.

Les expériences de M. de Caligny décrites dans le mémoire précité, quoique se rapportant à des pressions plus comparables à celles

de l'atmosphère, n'étaient peut-être pas encore suffisantes pour confirmer d'une manière définitive la conclusion précitée de du Buat. Cette question a été reprise longtemps après par feu M. Darcy; mais les pressions observées par ce savant ingénieur étaient loin de celles d'une vingtaine d'atmosphères que l'on va pouvoir observer dans les siphons renversés projetés par le gouvernement romain. On n'avait point pensé à ce moyen d'utiliser ces derniers pour étudier d'une manière définitive une des belles questions de la physique. M. de Caligny vient de signaler ce sujet d'étude au Père Secchi, lequel a bien voulu s'y prêter, et lui a même demandé à ce sujet toutes les explications nécessaires pour disposer convenablement les expériences sans nuire à l'exécution des travaux.

M. de Caligny fait observer d'abord qu'en supposant que les travaux fussent finis, ce serait déjà beaucoup de pouvoir mesurer purement et simplement la vitesse moyenne de l'eau dans des conduites neuves et non encore obstruées par des dépôts quelconques; d'autant plus que les expériences de M. Darcy sur des conduites neuves permettront de comparer les coefficients des frottements que l'on trouvera pour ces énormes pressions à ceux qui ont été trouvés par cet ingénieur, sans être obligé de recourir à des comparaisons faites au moyen de conduites depuis longtemps en usage; on verra d'ailleurs au bout d'un certain temps si, pour ce dernier cas, les résultats comparatifs peuvent être modifiés.

Il est, dans tous les cas, intéressant de disposer en amont un assez grand réservoir, non seulement pour que l'eau puisse s'y déposer convenablement, mais afin d'avoir un moyen de jaugeage pour les expériences qui pourront être faites pendant la pose des tuyaux. On conçoit, en effet, que, dans des circonstances où la hauteur de l'eau motrice au-dessus de la bouche d'aval, même quand les travaux seront finis, sera de plus de 50 mètres, des variations assez notables dans le niveau de ce réservoir auront peu d'importance sur le débit, de sorte que cela permettra d'éviter de disposer des bassins de jauge en aval.

Il sera intéressant, à partir du point le plus bas, d'observer les débits pour chaque hauteur de l'eau du réservoir d'amont, c'est-à-dire au-dessus de chaque bouche de sortie, à mesure qu'on posera certaines longueurs de tuyaux. On conçoit combien cette expérience, convenablement variée, pourra être curieuse

pendant la pose d'un siphon renversé de deux lieues et demie de long, sous des pressions aussi énormes.

Quant à la première partie de ce siphon, il sera aussi très-intéressant, à divers points de vue, d'étudier les débits pour diverses longueurs sous des charges non encore plus ou moins contre-balancées par une colonne remontante. On sait d'ailleurs que l'ouverture des bouches d'aval sous de très-grandes pressions doit en général se faire avec des précautions convenables. Or, comme il faut tenir compte du temps exigé par ces précautions rendues nécessaires par des mouvements de l'air intérieur, dont il faut se défier, etc., c'est une raison de plus pour donner au réservoir d'amont une assez grande étendue, si cela est possible.

M. de Caligny est heureux d'avoir pu signaler la possibilité de cette belle expérience à un homme aussi savant que le père Secchi; et il ne sera pas d'ailleurs sans intérêt même après l'achèvement des travaux, si l'on dispose des manomètres le long de la conduite, de voir si le résultat indiqué par un théorème de D. Bernoulli sur la diminution des pressions latérales, en vertu de la vitesse de l'eau, ne pourra pas être modifié par des circonstances aussi exceptionnelles : des manomètres pourront être mis en même temps à diverses hauteurs.

BULLETIN
DE LA
SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE
DE PARIS.
1865.

TABLE DES MATIERES.

CHANGEMENTS SURVENUS DANS LA SOCIÉTÉ.

	Pages.
Renouvellement du bureau..	1
M. FONTAN élu membre correspondant..	5
M. le général MENABREA élu membre correspondant..	5
M. LE JOLIS élu membre correspondant..	29
M. Paul MARÈS élu membre titulaire..	68
Nomination d'un président pour le second semestre..	110
M. PICARD élu membre titulaire..	136
M. JANSSEN élu membre titulaire..	139
M. Alexandre AGASSIZ élu membre correspondant..	139
M. DEHERAIN élu membre titulaire..	161
M. RESAL élu membre correspondant..	161
M. ANGELO SECCHI élu membre correspondant..	161
M. CAVALIER SAN BARTHOLO élu membre correspondant..	161

NOTICE NÉCROLOGIQUE

Notice sur les travaux de Gustave Froment, par M. Laussédât..	113
---	-----

PREMIÈRE SECTION. — SCIENCES MATHÉMATIQUES.

Sur les sommes des puissances semblables des nombres premiers, par M. Bour.....	8
Construction de la tangente en un point de la ligne d'ombre d'une surface de révolution, par M. Mannheim.....	9
Sur une imperfection dans la règle ordinaire pour les maxima et minima relatifs des fonctions de plusieurs variables, par M. Abel Transon.....	10
Théorème sur les surfaces du troisième ordre par M. Moutard..	23
Sur la composition des rotations. par M. Edmond Bour.....	41
Sur ce problème: par un point donné mener des droites double- ment tangentes à un tore, par MM. Janin et Mannheim.....5	54
Sur la surface de Steiner, par M. Moutard.....	66
Etude sur les figures semblables, par M. Grouard.....	68
Sur les principes de la projection gauche, par M. Abel Tran- son.....	97
Etude sur les figures semblables, par M. Grouard.....	104
Sur une surface réglée du huitième ordre dont toutes les géné- ratrices sont tangentes à quatre cônes du second ordre, par M. de la Gournerie.....	124
Construction des centres des circonférences tangentes à trois cir- conférences données et des centres des sphères tangentes à quatre sphères données, par M. E. Stephan.....	133
Sur la courbe lieu des points d'intersection des rayons homolo- gues de deux faisceaux homographiques, par M. E. Rouché..	139
Sur les cônes circulaires roulants, par M. Bour.....	166
Sur les propriétés relatives aux coniques et aux surfaces du se- cond degré, par M. Picquet.....	

DEUXIÈME SECTION. — SCIENCES PHYSIQUES.

Sur un moyen d'obtenir un ressort assez sensiblement constant, par M. de Caligny.....	5
Recherches géométriques sur la réflexion de la lumière polarisée, par M. A. Cornu.....	33, 49, 55
Sur les changements de volume consécutifs à la saturation des - dissolutions alcalines par les acides, par M. Jules Regnaud..	43
Sur l'emploi des appareils d'interférence pour la mesure des dif- férences de marche entre deux rayons, par M. A. Cornu.....	64
Sur l'image d'une droite dans un miroir sphérique, par M. A. Cornu	65
Remarques à l'occasion d'objections de M. Gounelle, par M. Guil- lemin	82

Sur les phénomènes qui se passent dans un circuit voltaïque interrompu contenant une bobine, par M. Cazin.....	90, 98
Sur une combinaison cristallisée d'orcine et d'ammoniaque, par M. V. de Luynes.....	94
Sur les écluses de navigation, par M. de Caligny.....	161
Sur quelques relations numériques entre les équivalents chimiques de certains minéraux de filons, par M. A. Cornu.....	203
Considérations relatives aux frottements de l'eau sous de très-grandes pressions, par M. de Caligny.....	205

TROISIÈME SECTION. — SCIENCES NATURELLES.

Sur le muscle fléchisseur de la phalange terminale du pouce chez l'Orang-Outang, par M. Alix.....	2
Sur la cause des mouvements d'extension produits par la strychnine dans les membres postérieurs chez la Grenouille, par M. A. Vulpian.....	3
Sur les affinités de la classe des Oiseaux avec celle des Reptiles vrais, par M. Paul Bert.....	13
De l'articulation tibio-tarsienne dans les Singes anthropoïdes; ligaments de Gratiolet, par M. Alix.....	30
Sur un nouveau cas de reproduction par bourgeonnement chez une Annélide, par M. Léon Vaillant.....	31
Influence du curare sur le système nerveux sympathique des Mammifères, des Oiseaux et des Batraciens, par M. Vulpian..	36
Sur les îles Baléares et leur végétation, par M. Paul Marès.....	59
Sur les mouvements qui se passent à l'état normal dans les veines jugulaires chez les Mammifères, par M. Vulpian.....	75
De l'action du curare sur les nerfs de l'iris et sur les nerfs du cœur, par M. Vulpian.....	79
Sur la signification anatomique des bandelettes contenues dans les lobes optiques des Poissons osseux, et désignées sous le nom de voûte à trois piliers, par MM. Vulpian et Philipeaux.....	86
Sur l'hydrographie des côtes du Brésil, par M. Mouchez.....	95
Sur l'aplatissement du nez et l'existence des os intermaxillaires chez l'Homme, par M. Alix.....	99
Sur le puits artésien de la place Hébert, par M. Laurent.....	101
Contribution à l'étude des venins, par M. P. Bert.....	110, 124
Remarques sur la fleur femelle des Conifères et des Cycadées, par M. A. Gris.....	123
Étude anatomique des Vulselles, par M. Vaillant.....	130
Action de l'acide phénique sur le curare et la strychnine en solutions, par M. P. Bert.....	134
Sur les Oiseaux fossiles de l'époque quaternaire, par M. Alph. Milne Edwards.....	140

Sur quelques points de l'anatomie du Fou de Bassan, par M. P. Bert.....	143
Nouvelles observations sur la myologie du Tarsier, par M. Alix.	147, 168
Réclamation en faveur de Gratiolet.....	163
Expériences sur la transfusion du sang d'Invertébrés dans les voies circulatoires de Vertébrés, par M. Vulpian.....	178
Recherches sur le système sympathique du Poisson-lune, par M. Vulpian.	181
Sur la théorie de la mutation moléculaire incessante de la matière organisée dans les êtres vivants, par M. Vulpian.....	187
Sur le <i>Coleanthus subtilis</i> Seidel, par M. Bureau.....	201
Essai sur la forme, la structure et le développement de la plume, par M. Alix.....	209

TABLE DES AUTEURS.

ALIX (P.). — De l'articulation tibio-tarsienne dans les Singes anthropoïdes ; ligaments de Gratiolet.....	30
Essai sur la forme, la structure et le développement de la plume..	209
Nouvelles observations sur la myologie du Tarsier.....	147, 168
Réclamation en faveur de Gratiolet.....	163
Sur l'aplatissement du nez et l'existence des os intermaxillaires chez l'Homme.....	99
Sur le muscle fléchisseur de la phalange terminale du pouce chez l'Orang-Outang.....	2
BERT (P.). — Action de l'acide phénique sur le curare et la strychnine en dissolutions.....	134
Contribution à l'étude des venins.....	110, 127
Sur les affinités de la classe des Oiseaux avec celle des Reptiles vrais.....	13
Sur quelques points de l'anatomie du Fou de Bassan.....	143
BOUR (Ed.). — Sur la composition des rotations.....	41
Sur les sommes des puissances semblables des nombres premiers.....	8
Sur les cônes circulaires roulants.....	166

BUREAU (Ed.). — Sur le <i>Coleanthus subtilis</i> . Seidel.....	201
DE CALIGNY (A.). — Sur les écluses de navigation.....	161
Sur un moyen d'obtenir un ressort assez sensiblement constant.....	5
Considérations relatives aux frottements de l'eau sous de très-grandes pressions.....	205
CAZIN (A.). Sur les phénomènes qui se passent dans un circuit voltaïque interrompu contenant une bobine.....	90, 98
CORNU (A.). — Recherches géométriques sur la réflexion de la lumière polarisée.....	33, 49, 55
Sur l'emploi des appareils d'interférence pour la mesure des différences de marche entre deux rayons.....	64
Sur l'image d'uné droite dans un miroir sphérique.....	65
Sur quelques relations numériques entre les équivalents chimiques de certains minéraux de filons.....	203
DE LA GOURNERIE (M.). — Sur une surface réglée du huitième ordre dont toutes les génératrices sont tangentes à quatre cônes du second ordre.....	124
GROUARD. — Étude sur les figures semblables.....	68, 104
GRIS (A.). — Remarque sur la fleur femelle des Conifères et des Cycadées.....	123
GUILLEMEN (Cl.). — Remarques à l'occasion d'objections de M. Gounelle.....	82
JANIN. — (Voy. Mannheim.)	
LAURENT. — Sur le puits artésien de la place Hébert.....	101
LAUSSEDAT. — Notice sur les travaux de Gustave Froment.....	113
DE LUYNES (V.). Sur une combinaison cristallisée d'orcine et d'ammoniaque.....	94
MANNHEIM. — Construction de la tangente en un point de la ligne d'ombre d'une surface de révolution.....	9
— et JANIN Sur ce problème : par un point donné mener des droites doublement tangentes à un tore.....	54
MARÈS (P.). — Sur les îles Baléares et leur végétation.....	59
MILNE-EDWARDS (Alph.). — Sur les Oiseaux fossiles de l'époque quaternaire.....	140
MOUCHEZ. — Sur l'hydrographie des côtes du Brésil.....	93
MOUTARD. — Sur la surface de Steiner.....	66
Théorème sur les surfaces du troisième ordre.....	23
PICQUET. — Sur les propriétés relatives aux coniques et aux surfaces du second degré.....	196

PHILPEAUX. — (Voy. Vulpian.)

REGNAULD (J.). — Sur les changements de volume consécutifs à la saturation des dissolutions alcalines par les acides.....	43
ROUCHÉ (E). — Sur la courbe lieu des points d'intersection des rayons homologues de deux faisceaux homographiques.....	139
STEPHAN (E.). — Construction des centres des circonférences données et des centres des sphères tangentes à quatre sphères données.....	133
TRANSON (A.). — Sur les principes de la projection gauche....	97
Sur une imperfection dans la règle ordinaire pour les maxima et minima relatifs des fonctions de plusieurs variables.....	10
VAILLANT (L.). — Étude anatomique des Vulselles.....	130
Sur un nouveau cas de reproduction par bourgeonnement chez une Annélide.....	31
VULPIAN. — De l'action du curare sur les nerfs de l'iris et sur les nerfs du cœur.....	79
Expériences sur la transfusion du sang d'Invertébrés dans les voies circulatoires de Vertébrés.....	178
Influence du curare sur le système nerveux sympathique des Mammifères, des Oiseaux et des Batraciens.....	36
Recherches sur le système sympathique du Poisson lune... ..	181
Sur la cause des mouvements d'extension produits par la strychnine dans les membres postérieurs chez la Grenouille.....	3
Sur la théorie de la mutation moléculaire incessante de la matière organisée dans les êtres vivants.....	187
Sur les mouvements qui se passent à l'état normal dans les veines jugulaires chez les Mammifères.....	75
— et PHILPEAUX. — Sur la signification anatomique des bandelettes contenues dans les lobes optiques des Poissons osseux, et désignées par le nom de voûte à trois piliers.....	86



Comp... 165-572

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS

Mars 1864

PARIS

IMPRIMERIE DE LOUIS GUERIN

RUE DU PETIT-CARREAU, 26

1864



BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS

Tome premier. — Juin 1864.

PARIS

LIBRAIRIE F. SAVY

24, RUE HAUTEFEUILLE

1864

Le Bulletin de la SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE se publie par cahiers trimestriels, depuis le mois de mars 1864. Le Prix de l'abonnement est fixé à 3 fr.

ON S'ABONNE :

A la librairie F. SAVY, 24, rue Hautefeuille.

TABLE DES MATIÈRES

Séance du 5 mars.....	17
Notice sur M. Hervé de la Provostaye, par M. Desains.....	17
Séances du 12 et du 19 mars.....	24
Sur des perforations des roches observées à Biarritz, par M. Fischer.....	24
Sur le membre abdominal des Oiseaux, par M. Alix.....	25
Séance du 2 avril.....	32
Sur les surfaces gauches, par M. Mannheim.....	33
Sur les génératrices singulières des surfaces gauches, par M. de la Gournerie.....	34
Sur les matières colorantes dérivées de l'orcine, par M. V. de Luynes.....	35
Séance du 9 avril.....	36
Sur la germination de la Belle-de-Nuit (<i>Mirabilis longiflora</i>), par M. Arthur Gris.....	36
Sur les Gastéropodes parasites, par M. Fischer.....	40
Séance du 16 avril.....	41
Séance du 23 avril.....	42
Sur la surface gauche, lieu des normales à une surface, par M. Mannheim.....	42
Sur la détermination du centre de la surface du second ordre tangente à neuf plans, par M. Paul Serret.....	43
Séance du 30 avril.....	46
Sur les dérivés de l'orcine, par M. V. de Luynes.....	46
Notes pour servir à l'histoire de l'asphyxie, par M. Paul Bert....	47
Sur les entre-croisements qui se font entre les fibres des deux moitiés de la moelle allongée chez les Poissons osseux, par M. Vulpian.....	54
Séance du 7 mai.....	57
Sur la surface gauche, lieu des normales principales d'une courbe gauche, par M. Mannheim.....	58
Observations relatives à la dilution des dissolutions salines, par M. Jules Regnaud.....	58
Séance du 14 mai.....	61
Des quantités prétendues imaginaires et de leur emploi pour la transformation des figures, par M. Abel Transon.....	61
Sur la transformation par rayons vecteurs réciproques, par M. Moutard.....	65
Séance du 21 mai.....	68
Sur une turbine à lames liquides oscillantes, sur le mouvement des ondes, par M. A. de Caligny.....	68
Séance du 28 mai.....	69
Réflexions sur les principes de la mécanique et incidemment sur ceux de la philosophie positive, par M. Abel Transon.....	69

165772

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS

Tome premier. — Novembre 1864

PARIS
LIBRAIRIE F. SAVY
24, RUE HAUTEFEUILLE

1864

Le Bulletin de la SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE se publie par cahiers trimestriels, depuis le mois de mars 1864. Le Prix de l'abonnement est fixé à 3 fr

ON S'ABONNE :

A la librairie F. GAVY, 24, rue Hautefeuille.



TABLE DES MATIÈRES

Séance du 4 juin 1864.....	73
Sur les lignes d'ombre d'un hélicoïde quelconque, par M. Bour..	74
Sur un monstre double autositaire de la famille des Monosomiens, par M. Paul Bert.....	75
Séance du 11 juin 1864.....	80
Sur le principe d'un nouveau régulateur par M. de Caligny.....	82
Sur une nouvelle turbine à lames liquides oscillantes, par M. de Caligny.....	83
Sur le point de vaporisation des liquides, par M. Wolf.....	84
Notes pour servir à l'histoire de l'asphyxie, par M. Paul Bert....	87
Séance du 18 juin 1864.....	93
Expériences sur les centres nerveux, par M. Vulpian.....	93
Expériences d'intoxication sur des Grenouilles, par M. Vulpian..	94-95
Sur la morphogénie moléculaire et la cristallogénie, par M. Gaudin.....	96
Séances des 25 juin, 2, 9 et 16 juillet 1864.....	103
Sur les faisceaux antéro-latéraux de la moelle épinière, par M. Vulpian.....	103
Séance du 23 juillet 1864.....	106
Expériences sur les centres nerveux, par M. Vulpian.....	106
Sur les méthodes de transformation propres aux engrenages de roulement cylindriques ou coniques, par M. Haton de la Gou- pillière.....	109
Sur la météorite d'Orgueil, par M. Cloëz.....	111
Expériences de greffe animale, par M. Paul Bert.....	112
Séance du 30 juillet 1864.....	118
Sur les surfaces anallagmatiques du quatrième ordre, par M. Mou- tard.....	119
Séance du 6 août 1864.....	120
Sur la construction du centre de courbure des anallagmatiques, par M. Mannheim.....	120
Sur les surfaces anallagmatiques du quatrième ordre, par M. Mou- tard.....	121
Séance du 13 août 1864.....	122
Sur l'absence de l'accessoire du fléchisseur perforé chez le Grand- Duc, par M. Alix.....	122

165772

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS

Tome premier. — Janvier 1863.

PARIS
LIBRAIRIE F. SAVY
24, RUE HAUTEFEUILLE

1864

Le Bulletin de la SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE se publie par cahiers trimestriels, depuis le mois de mars 1864. Le Prix de l'abonnement est fixé à 3 fr

ON S'ABONNE :

A la librairie F. SAVY, 24, rue Hautefeuille.

TABLE DES MATIÈRES

Séances des 15 et 22 octobre 1864.....	123
Sur le tore enveloppe, par M. de la Gournerie.....	123
Séances des 29 octobre, 5 et 12 novembre 1864.....	125
Sur le mouvement des ondes, par M. A. de Caligny.....	126
Séance du 19 novembre 1864.....	128
Sur les muscles pyramidaux, par M. Alix.....	129
Séance du 26 novembre 1864.....	130
Théorie de l'élasticité des solides ou cinématique de leurs défor- mations, par M. de Saint-Venant.....	130
Sur les raies telluriques du spectre solaire, par M. Janssen.....	132
Séance du 3 décembre 1864.....	133
Nouvelles analogies entre l'algèbre et le calcul intégral, par M. Abel Trauson.....	133
Séance du 10 décembre 1864.....	134
Sur les raies telluriques du spectre solaire, par M. Janssen.....	134
Sur les effets de la chaleur dans les compresseurs hydrauliques à colonnes liquides oscillantes, par M. A. de Caligny.....	135
Séances des 17 et 24 décembre 1864.....	137-138

C. P. M. 165-742
BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS

Tome second. — Janvier-Février 1865.

PARIS
LIBRAIRIE F. SAVY
24, RUE HAUTEFÉUILLE

1865

Le Bulletin de la SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE se publie
par cahiers trimestriels, depuis le mois de mars 1864. Le
Prix de l'abonnement est fixé à 5 francs.

ON S'ABONNE :

A la librairie F. SAVY, 24, rue Hautefeuille.

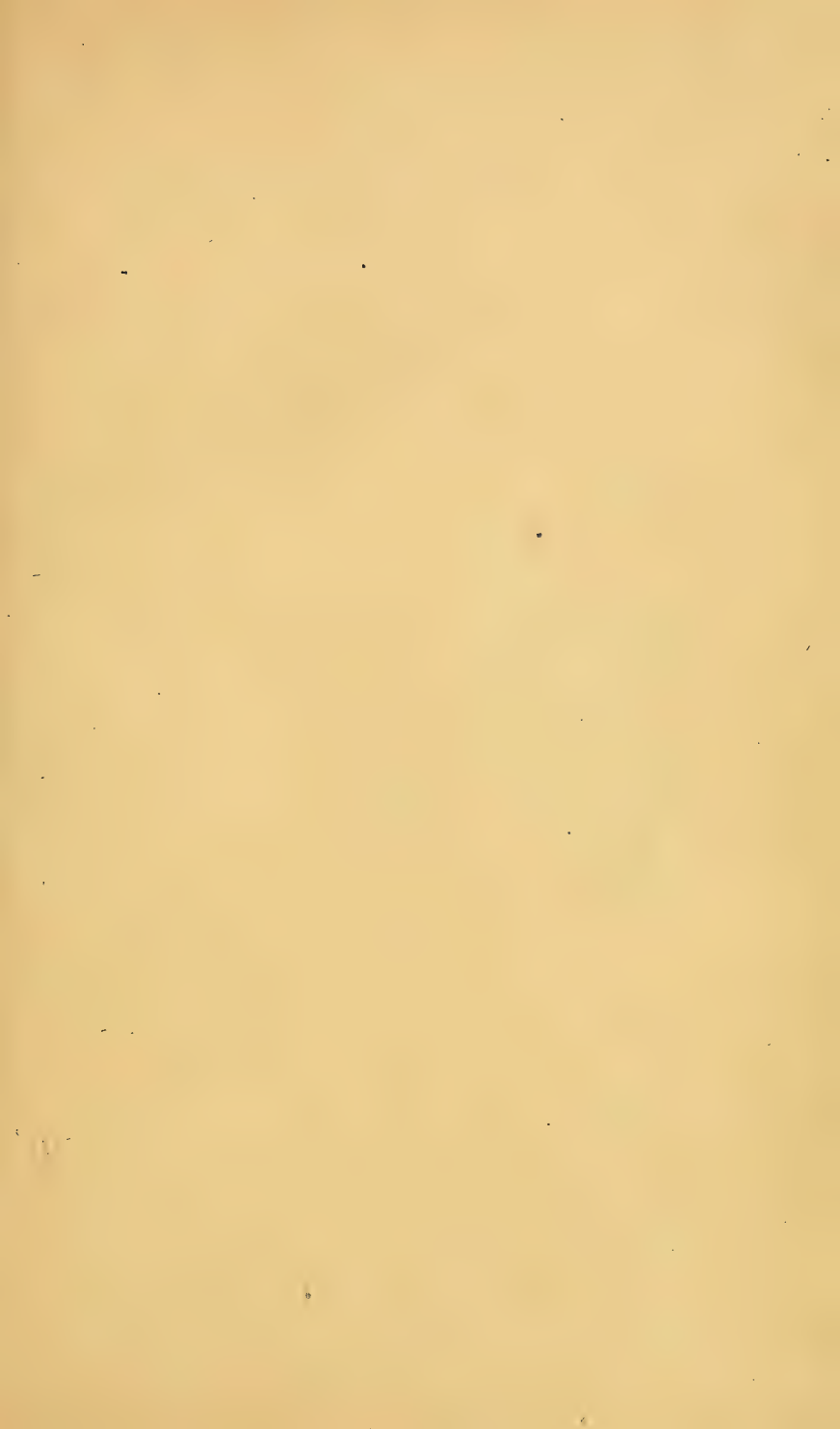


TABLE DES MATIÈRES

Séance du 7 janvier 1865. — Renouvellement du bureau.....	1
Sur le muscle fléchisseur de la phalange terminale du pouce chez l'Orang-Outang, par M. Alix.....	2
Sur la cause des mouvements d'extension produits par la strychnine dans les membres postérieurs chez la Grenouille, par M. A. Vulpian	3
Séance du 14 janvier 1865.....	5
Séance du 21 janvier 1865.....	5
Sur un moyen d'obtenir un ressort assez sensiblement constant, par M. de Caligny.....	5
Séance du 28 janvier 1865.....	7
Séance du 4 février 1865.....	7
Sur les sommes des puissances semblables des nombres premiers, par M. Bour.....	8
Construction de la tangente en un point de la ligne d'ombre d'une surface de révolution, par M. Mannheim.....	9
Sur une imperfection dans la règle ordinaire pour les maxima et minima relatifs des fonctions de plusieurs variables, par M. Abel Transon	10
Séance du 11 février 1865.....	12
Sur les affinités de la classe des Oiseaux avec celle des Reptiles vrais, par M. Paul Bert.....	13
Séance du 18 février 1865.....	23
Théorème sur les surfaces du troisième ordre, par M. Moutard.....	23
Séance du 25 février 1865.....	25

165792

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS.

Tome second. — Mars-Avril-Mai 1865,

PARIS

LIBRAIRIE F. SAVY,

24, RUE HAUTEFEUILLE.

—
1865

Le Bulletin de la SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE se
publie par cahiers trimestriels, depuis le mois de mars 1865.
Le Prix de l'abonnement est fixé à 5 francs.

ON S'ABONNE :

A la librairie F. SAVY, 24, rue Hautefeuille.

TABLE DES MATIÈRES.

	Pages.
Séance du 4 mars 1865.....	29
De l'articulation tibio-tarsienne dans les Singes anthropoïdes; ligaments de Gratiolet, par M. Alix.....	30
Sur un nouveau cas de reproduction par bourgeonnement chez une Annélide, par M. Léon Vaillant.....	31
Recherches géométriques sur la réflexion de la lumière polarisée, 1 ^{re} partie, par M. A. Cornu.....	33
Séance du 11 mars 1865.....	35
Influence du curare sur le système nerveux sympathique des Mammifères, des Oiseaux et des Batraciens, par M. Vulpian.....	36
Sur la composition des rotations, par M. Edmond Bour.....	41
Sur les changements de volume consécutif à la saturation des dissolutions alcalines par les acides, par M. Jules Regnaud.....	43
Recherches géométriques sur la réflexion de la lumière polarisée, 2 ^e partie, par M. A. Cornu.....	49
Séance du 18 mars 1865.....	53
Sur ce problème : par un point donné mener des droites doublement tangentes à un tore, par MM. Janin et Mannheim.....	54
Recherches géométriques sur la réflexion de la lumière polarisée, 3 ^e partie, par M. A. Cornu.....	55
Séance du 25 mars 1865.....	59
Sur les îles Baléares et leur végétation, par M. Paul Marès.....	59
Séance du 1 ^{er} avril 1865.....	63
Sur l'emploi des appareils d'interférence pour la mesure des différences de marche entre deux rayons, par M. A. Cornu.....	64
Sur l'image d'une droite dans un miroir sphérique, par M. A. Cornu.....	65
Sur la surface de Steiner, par M. Moutard.....	66
Séances du 8 et du 22 avril 1865.....	67
Etude sur les figures semblables, par M. Grouard.....	68
Sur les mouvements qui se passent à l'état normal dans les veines jugulaires chez les Mammifères, par M. Vulpian.....	75
De l'action du curare sur les nerfs de l'iris et sur les nerfs du cœur, par M. Vulpian.....	79
Séance du 29 avril 1865.....	81
Remarques à l'occasion d'objections de M. Gouelle, par M. Guillemin.....	82
Sur la signification anatomique des bandelettes contenues dans les lobes optiques des Poissons osseux, et désignées par le nom de voûte à trois piliers, par MM. Vulpian et Philippeaux.....	86
Séance du 6 mai 1865.....	90
Sur les phénomènes qui se passent dans un circuit voltaïque interrompu par une bobine, par M. Cazin.....	90
Sur l'hygiène.....	93
Séance du 13 mai 1865.....	94
Sur une combinaison cristallisée d'orcine et d'ammoniaque, par M. V. de Luynes.....	94
Séances du 20 et du 27 mai 1865.....	95

165-792

BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE



DE PARIS.

Tome second. — Juin-Juillet-Août 1865.

PARIS

LIBRAIRIE F. SAVY,

24, RUE HAUTEFEUILLE.

1865

Le Bulletin de la SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE se publie par cahiers trimestriels, depuis le mois de mars 1865. Le prix de l'abonnement est fixé à 5 francs.

ON S'ABONNE :

A la Librairie F. SAVY, 24, rue Hautefeuille.

TABLE DES MATIÈRES.

Sur les principes de la projection gauche, par M. Abel Transon.	97
Sur les phénomènes qui se passent dans un circuit voltaïque interrompu contenant une bobine, par M. A. Cazin.....	98
Sur l'aplatissement du nez et l'existence des os intermaxillaires chez l'Homme, par M. Alix.....	99
Sur le puits artésien de la place Hébert, par M. Laurent.....	101
Étude sur les figures semblables, par M. Grouard.....	104
Séance du 3 juin 1865.....	110
Contribution à l'étude des venins, par M. P. Bert.....	110
Notice sur les travaux de Gustave Froment, par M. Laussedat..	113
Séance du 10 juin 1865.....	122
Remarque sur la fleur femelle des Conifères et des Cycadées, par M. A. Gris.....	123
Sur une surface réglée du huitième ordre dont toutes les génératrices sont tangentes à quatre cônes du second ordre, par M. de la Gournerie.....	124
Contributions à l'étude des venins, par M. P. Bert.....	127
Séance du 17 juin 1865.....	129
Étude anatomique des Vulselles, par M. Vaillant.....	130
Construction des centres des circonférences tangentes à trois circonférences données et des centres des sphères tangentes à quatre sphères données, par M. E. Stephan.....	133
Action de l'acide phénique sur le curare et la strychnine en dissolutions, par M. P. Bert.....	134
Séance du 24 juin 1865.....	136
Séance du 1 ^{er} juillet 1865.....	136
Sur la courbe lieu des points d'intersection des rayons homologues de deux faisceaux homographiques, par M. E. Rouché.	139
Séance du 8 juillet 1865.....	140
Sur les Oiseaux fossiles de l'époque quaternaire, par M. Alph. Milne Edwards.....	140
Sur quelques points de l'anatomie du Fou de Bassan, par M. P. Bert.....	143
Séance du 15 juillet 1865.....	147
Nouvelles observations sur la myologie du Tarsier, par M. Alix.	147
Séance du 22 juillet 1865.....	160
Séance du 29 juillet 1865.....	161
Séance du 3 août 1865.....	161
Sur les écluses de navigation, par M. de Caligny.....	161
Réclamation en faveur de Gratiolet.....	163

16
BULLETIN

DE LA

SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE

DE PARIS.

Tome second. — Octobre-Novembre-Décembre 1865

PARIS

LIBRAIRIE F. SAVY,

24, RUE HAUTEFEUILLE.

1865

- Le Bulletin de la SOCIÉTÉ PHILOMATHIQUE se publie par cahiers trimestriels, depuis le mois de mars 1865. Le prix de l'abonnement est fixé à 5 francs.

ON S'ABONNE :

A la Librairie F. SAVY, 24, rue Hautefeuille

TABLE DES MATIÈRES.

Séance du 21 octobre 1865	165
Séance du 28 octobre 1865	165
Séance du 4 novembre 1865	166
Sur les cônes circulaires roulants, par M. Bour	166
Nouvelles observations sur la myologie du Tarsier, par M. Alix	168
Séance du 11 novembre 1865	177
Expériences sur la transfusion du sang d Invertébrés dans les voies circulatoires de Vertébrés, par M. Vulpian	178
Recherches sur le système sympathique du Poisson lune, par M. Vulpian	181
Séance du 18 novembre 1865	187
Séance du 25 novembre 1865	187
Sur la théorie de la mutation moléculaire incessante de la matière organisée dans les êtres vivants, par M. Vulpian	187
Séance du 2 décembre 1865	195
Séance du 9 décembre 1865	196
Sur les propriétés relatives aux coniques et aux surfaces du second degré, par M. Picquet	196
Séance du 16 décembre 1865	200
Sur le <i>Coleanthus subtilis</i> Seidel, par M. Bureau	201
Séance du 23 décembre 1865	202
Sur quelques relations numériques entre les équivalents chimi- ques de certains minéraux de filons, par M. A. Cornu	203
Séance du 30 décembre 1865	205
Considérations relatives aux frottements de l'eau sous de très- grandes pressions, par M. de Caligny	205

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



3 9088 01526 6414